

# **РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

Программа фундаментальных исследований  
«Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных  
климатических и антропогенных воздействий»  
Отделения биологических наук РАН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

---

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ ВНУТРЕННИХ ВОД**

**В двух томах**



**Том 1**

Москва  
Издательство «ПОЛИГРАФ-ПЛЮС»  
2014

УДК 574.5(28)+597(28)

ББК 28.081

С 56

**Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Материалы докладов II Всероссийской конференции с международным участием. 6–9 ноября 2014 г., Борок, Россия. В двух томах. – М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС, 2014. – 638 с. (Том 1 – 326 с.) – ISBN 978-5-906644-18-3.**

Книга посвящена современному состоянию биологических ресурсов внутренних водоемов России и сопредельных стран. Представлены работы по следующим направлениям: состояние рыбных ресурсов во внутренних водоемах России; видовое разнообразие рыбных сообществ в реках, озерах, морях и водохранилищах; современные методы исследования рыбных ресурсов; динамика популяций рыб внутренних водоемов в условиях антропогенных воздействий; охрана и правовое регулирование рыбных ресурсов. Табл. 56. Илл. 100.

**Current state of inland waters biological resources. Proceedings of the Second All-Russian conference with foreign partners. November 6–9, 2014, Borok, Russia. – М.: POLIGRAF-PLUS, 2014. – 638 p. (Volume 1 – 326 p.) – ISBN 978-5-906644-18-3.**

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. Tabl. 56. Il. 100.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке*

*Программы фундаментальных исследований*

*Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России:*

*динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий»*

© Издательство «ПОЛИГРАФ-ПЛЮС», 2014

© Институт проблем экологии и эволюции РАН, 2014

© Институт биологии внутренних вод РАН, 2014

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Охрана, воспроизводство и сохранение биологических ресурсов – одно из важнейших направлений современной ихтиологии и гидробиологии. Результаты исследований в этой области служат основой для развития теоретических положений и решения прикладных задач, связанных с промыслом, культивированием, охраной и восстановлением запасов гидробионтов.

Исследования рыбных ресурсов в России, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья имеют многолетнюю историю. После Первого конгресса ихтиологов России (Астрахань, 1997 в России состоялось большое количество съездов, конференций, совещаний и симпозиумов, на которых российские ученые, а также их коллеги из дальнего и ближнего зарубежья имели возможность представить результаты своих исследований в области биологических ресурсов морских и внутренних водоемов.

Только за период с 2011 г. по настоящее время в России был проведен или намечен к проведению (2014 г.) ряд конференций. Среди них – Всероссийская научная конференция с международным участием «Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России» (Казань, 2011), Международная научно-практическая конференция, посвященная 125-летию со дня рождения Ф.К. Баранова (Светлогорск, 2011), Всероссийская конференция с международным участием «Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление климата» (Тольятти, 2011), III Всероссийская научно-практическая конференция «Научные проблемы использования и охраны природных ресурсов России» (Самара, 2011), Всероссийская конференция с международным участием «Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем» (Тольятти, 2011), Всероссийская конференция «Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ» (Борок, 2012), V Всероссийская конференция по поведению животных (Москва, 2012), 2-ая Международная научная конференция «Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб» (Санкт-Петербург, 2013), XXIX Международная конференция «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера» (Мурманск, 2013), The IV International Symposium «Invasion of alien species in Holarctic» (Borok, 2013), Восьмое научно-производственное совещание «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых видов рыб» (Тюмень, 2013), Международное рабочее совещание «Биологические и гидравлические основы свободного пропуска рыб в зарегулированных реках» (Москва – Краснодар, 2013), II Всероссийская (с международным участием) школа-конференция «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана» (Борок, 2014), Конференция и школа-семинар «Ориентация и навигация животных» (Москва, 2014), V Всероссийская конференция «Поведение рыб» (Борок, 2014), Научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 60-летию атомной энергетики «Экологическая безопасность АЭС» (Калининград, 2014), XI Съезд Гидробиологического общества при РАН (Международный гидробиологический конгресс) (Красноярск, 2014), 12th International symposium on the biology and management of coregonid fishes (Lystvyanka, 2014). В октябре 2014 г. в Санкт-

Петербурге намечено проведено Международной научной конференции, посвященной 100-летию ГОСНИОРХ «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования».

Предыдущая I Всероссийская конференция с международным участием «Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов», которая состоялась в 2011 г. на базе ИБВВ РАН, прошла весьма успешно. Количество участников составило 115 из стран ближнего и дальнего зарубежья. Были изданы двухтомные материалы конференции объемом 900 страниц. Конференция способствовала объединению усилий российских ученых в целях сохранения и приумножения биологических ресурсов внутренних вод.

По инициативе ученых из ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН и ФГБУН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН при поддержке со стороны Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», в ноябре 2014 г. в п. Борок, Ярославской области, Некоузского района на базе ИБВВ РАН проводится II Всероссийская конференция с международным участием «Современное состояние биоресурсов внутренних вод». В двух томах представлены материалы многих ученых и специалистов из академических институтов, высших учебных заведений, рыбохозяйственных и прочих организаций России. В работе впервые ожидается участие ученых из Института биологии южных морей (г. Севастополь), приняты заявки на участие специалистов из Казахстана и Азербайджана.

В работе конференции планируют принять участие известные в России ученые, биологи и ихтиологи – академики РАН Д.С. Павлов и Ю.Ю. Дгебуадзе, член-корреспонденты Е.А. Криксунов, Н.Н. Немова и В.Д. Богданов, ветераны отечественной ихтиологии д. б. н., профессора Л.П. Рыжков, Ю.С. Решетников и М.И. Шатуновский. Из числа подавших заявки на конференцию 76 имеют ученую степень, среди них 31 доктор биологических и технических наук, 45 кандидатов биологических и технических наук. 15 специалистов – молодежь в возрасте до 35 лет, в том числе аспиранты и студенты. Будущие участники конференции представляют 34 организации: 12 – от сотрудников РАН, 9 – от специалистов высшей школы, 10 – от специалистов рыбохозяйственных и других организаций.

Об уровне конференции, а также ее географии можно судить по участию широкого круга ученых и специалистов как из различных регионов России – от Сибири до Северо-Запада Европейской части, так и из стран ближнего зарубежья. Отрадно, что среди участников конференции достаточно много молодых исследователей, аспирантов, стажеров-исследователей и научных сотрудников. Ряд исследований биологических ресурсов внутренних водоемов получил финансовую поддержку со стороны различных научных фондов – как отечественных, так и иностранных.

Материалы, в кратком виде отражающие содержание представленных докладов, позволят оценить современное состояние исследований биологических ресурсов внутренних водоемов России и сопредельных стран. В целом конференция, несомненно, будет способствовать объединению усилий российских ученых в целях сохранения и приумножения биологических ресурсов внутренних вод.

# РОСТ СИНЦА И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОДРАЙОНА

**В.П. Аббакумов, А.Д. Джаспенев**

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

Синец (*Abramius ballerus* L) – эврибионтный, пластичный вид, имеющий обширный ареал в дельте, авандельте р. Волги и водотоках Волго-Ахтубинской поймы, а также в эстуарных и прибрежно-устьевых солончатоводных участках Северного Каспия [1, 2, 3, 4, 5]. Промысловые по численности и запасам стада этого вида широко представлены как в речных, так и в озерно-ильменных водоемах Волго-Ахтубинской поймы, что подтверждается динамикой уловов за многолетний период с 2000–2013 гг. (табл. 1). Уловы синца в этот период изменялись в широких пределах от 0.01–0.06 до 0.24–0.5 тыс. т (табл. 1).

**Таблица 1.**

Динамика уловов синца во внутренних водоемах Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона (дельта, авандельта р. Волги и ее водотоки в Волго-Ахтубинской пойме)

Показатели	Годы														Средний улов
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Улов, тыс. т	0.01	0.06	0.2	0.5	0.16	0.11	0.07	0.04	0.06	0.28	0.28	0.26	0.16	0.24	0.174
Доля в общем вылове мелких пресноводных, %	0.08	0.08	0.7	4.9	1.7	1.9	0.8	0.4	0.5	1.9	1.4	1.7	1.1	1.4	1.3

Средний многолетний показатель вылова синца в водоемах Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона не превышал 0.174 тыс. т. Основная масса синца (83.8–37.6%) вылавливается в маловодные годы в верхней рыбопромысловой зоне Волго-Ахтубинской поймы и во внутренних водоемах р. Волги (табл. 2).

Доля синца в общей добычи промысловых видов рыб в Волго-Каспийском подрайоне незначительна и в среднем составляет 1.3%, в отдельные маловодные годы она варьировала от 0.08–0.4% (2000, 2007 гг.) до 1.1–4.9% (2003, 2012, 2009 гг.) (табл. 1).

Верхняя зона (внутренние водоемы Волго-Ахтубинской поймы) до 2011 г. были основными районами добычи синца (за период 2007–2011 гг.) Доля данного района в общем вылове достигала 83.8% (2009). В

последние годы возросло значение Главного банка, процент добычи увеличился с 6.1% (2007) до 53.4% (2011). Третье место по вылову синца принадлежит Иголкинскому банку. Значение Белинского и Кировского банков в общем вылове минимально (0.2–6.7%).

**Таблица 2.**

Динамика уловов синца по районам Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона, %

Районы промысла	Годы						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Главный банк	6.1	13.8	8.6	16.3	53.4	45.9	44.2
Иголкинский банк	25.7	18.1	6.7	10.6	3.6	3.4	17.8
Белинский банк	0.4	6.7	0.2	0.9	-	2.4	0.4
Кировский банк	1.4	0.6	0.7	-	-	-	-
Верхняя зона (внутренние водоемы Волго-Ахтубинской поймы)	66.4	60.8	83.8	72.2	43.0	48.3	37.6

Промысловое стадо синца многоструктурное и неоднородное, особенно в многоводные годы нового столетия наблюдается широкая флюктуация его численности и запасов. Это подтверждается динамикой уловов и среднегодовыми показателями численности молоди этого вида, соответственно: 0.8–2.4 тыс. экз. в 2007, 2012 гг. и 5.3–11.2 тыс. экз. в 2008, 2013 гг. (табл. 3 (данные лаборатории естественного воспроизводства)).

**Таблица 3.**

Урожайность синца на нерестилищах дельты р. Волги и ее водотоков Волго-Ахтубинской поймы

Показатели	Годы					
	2007	2008	2009	2010	2012	2013
Объем стока, км <sup>3</sup>	120.1	101.9	92.6	91.0	98.4	125.4
Продолжительность половодья, сут.	75	56	50	46	49	88
Молодь тыс. экз/га	0.8	5.3	7.9	11.6	2.4	11.2

Нестабильность абиотических и биотических факторов в маловодные годы, особенно аномальность уровня и температурного режима, а также низкая кормовая база отрицательно влияли на эффективность

естественного воспроизводства этого вида, жизнестойкость и численность его молоди.

Промысловое стадо синца в уловах 2000–2013 гг. состояло из 8 возрастных групп, доминирующее положение занимали особи в возрасте 3–5 лет (97.3%). Средние биологические показатели синца в уловах были неоднородны, особенно в маловодные годы, но оставались близкими к уровню среднемноголетних значений и составляли соответственно: длина – 19.5 см, масса – 0.108 кг, возраст – 3.6 лет.

Рост синца в отдельных участках поймы весьма различен. В верхней рыбопромысловой зоне линейные и весовые показатели роста синца несколько ниже, чем на участках средней и южной зоны дельты и поймы (табл. 4) и составляли по длине 1.5 см, а по массе – 4.3 г.

**Таблица 4.**

Линейно-весовые характеристики синца в различных участках Волго-Ахтубинской поймы, 2013 г.

	Размеры	Возраст						
		2	3	4	5	6		
Верхняя зона	Длина, см	16.1	18.4	20.7	22.1	23.6	24.7	25.1
	Масса, г	63.0	86.0	109.6	142.4	158.2	181.5	210.0
Нижняя зона	Длина, см	17.0	19.9	21.6	22.9	23.7	24.9	25.4
	Масса, г	85.0	115.3	148.2	156.0	169.5	185.8	236.0

Наибольшие различия в росте синца по зонам отмечаются у особей в возрасте 2–5 лет. У старшевозрастных групп (6–8 лет) масса тела остается выше у особей в нижней зоне, но различия менее выражены. В верхней зоне Волго-Ахтубинской поймы 6–8-летние особи имели массу 158–210 г, в нижней – 169–238 г. Более высокий темп роста синца в нижней зоне дельты р. Волги объясняется более длительным периодом вегетации, более высокой продуктивностью кормовой базы, лучшими условиями нагула [1, 3].

В соответствии с уменьшением биомассы зоопланктона в маловодные годы во внутренних водоемах Волго-Ахтубинской поймы у синца снижается темп линейно-весового роста, а также другие биологические показатели, в том числе: темп полового созревания, упитанность. Годовой прирост ихтиомассы в период полового созревания является важным приспособлением, обеспечивающим возможность быстрого созревания популяции и, следовательно, высокие продуктивные свойства вида. Интенсивный линейный и весовой рост синца приходится на весенний период вегетации (апрель – май) и осенний (сентябрь – октябрь), что связано с интенсивностью питания синца в эти периоды и сезонной

динамикой развития зоопланктона. Наибольшие естественные приросты длины тела синца характерны для первых двух лет жизни. Линейный годовой прирост у двухлеток и годовиков (+1 лет) в зависимости от водоема колебался от 3.8 до 5.7 см. По мере старения особей происходит снижение темпа линейного роста рыб.

Весовой рост в этот период замедляется из-за минимального количества резервных веществ в организме рыбы.

При благоприятных условиях (обычно в многоводные годы) питания массовое созревание синца впервые наступает на втором году жизни, так, самцы поколения 2004, 2005 гг. созревали на 30.5%, самки – 17.8%. Ухудшение кормовых условий в пойменных водоемах р. Волги и ее водотоков (рр. Ахтуба, Ашулук, Енотаевка, Митинка, Хара, Харабалык, Сухая Ахтуба и др.) замедляет темп созревания. Неблагоприятные условия нагула синца поколения 2006, 2009, 2011 гг. привели к тому, что темпы роста на первом году жизни замедляются. В связи с этим половое созревание самок наступает на третьем году.

В репродуктивный период жизненного цикла синца основная функция организма заключается в формировании накоплений резервных веществ в организме для зимовки и нереста.

Линейный годовой прирост у синца в этот период снижается до 3.0–2.1 см, однако темп весового роста возрастает. Максимальная ихтиомасса синца продуцируется [3, 6] в возрасте от 3–5 лет и совпадает со временем наступления половой зрелости.

Быстрое наращивание массы тела в период полового созревания является важным приспособлением, обеспечивающим более высокие воспроизводительные возможности вида, затем приросты снижаются (табл. 5).

**Таблица 5.**

Длина и масса синца разных возрастных групп во внутренних водоемах Волго-Ахтубинской поймы

Год	Показатели	Возраст, лет							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2006	Длина, см	10.8	17.1	18.5	21.4	22.9	23.6	24.2	24.9
	Масса, г	12.5	68.0	74.0	115	170.0	210.0	226	248
2007	Длина, см	9.5	16.0	18.8	20.7	22.5	23.7	24.4	24.8
	Масса, г	11.8	55.0	76.0	99.0	149.0	158.0	182.0	228
2009	Длина, см	8.9	15.8	18.2	20.3	21.8	22.7	23.3	24.5
	Масса, г	10.3	65.0	101.0	116.0	146.0	157.0	179.0	205
2010	Длина, см	9.4	15.3	18.0	20.3	21.8	22.7	23.5	24.7
	Масса, г	10.4	65.0	100.0	115.0	149.0	161.0	181.0	212
2011	Длина, см	10.2	15.9	18.4	20.1	21.5	23.1	24.3	24.0
	Масса, г	11.5	62.0	79.0	113.0	146	155.0	183.0	205



Следовательно, при благоприятном состоянии кормовой базы 3–5-летние группы особей синца имеют более высокие навески и представляют наибольший хозяйственный интерес.

В пойменных водотоках р. Ахтубы и в ряде остаточных затонов р. Волги в маловодные годы, в период их высокой продуктивности, нестабильного уровня режима и кормовых ресурсов в них, (особенно зоопланктона) большинство промысловых популяций синца имеют более низкие линейные и весовые показатели роста, чем в многоводные (табл. 6).

**Таблица 6.**

Среднемноголетние значения прироста синца во внутренних водоемах Волго-Ахтубинской поймы в весенне-летний период 2006–2011 гг.

Возраст	Линейный рост			Весовой рост		
	Средняя длина, см	Прирост		Средний вес, г	Прирост	
		Абсолютный, см	Относительный, %		Абсолютный, г	Относительный, %
1	11.2	11.2	-	18.5	18.5	-
2	17.5	6.3	30.0	30.1	11.6	61.5
3	22.0	4.5	20.5	62.3	32.2	48.2
4	25.5	3.5	13.7	83.4	21.1	51.8
5	28.3	2.1	12.9	127.5	44.1	25.3
6	30.4	1.6	6.9	146.3	18.8	34.6
7	32.0	1.3	4.1	155.0	8.7	5.9
8	33.3	1.2	3.6	188.0	33.0	17.5
9	34.5	0.6	1.7	225.4	10.1	4.4
10	35.1	-	-	235.5	-	-

Динамичный темп линейного и весового роста синца во внутренних водоемах Волго-Ахтубинской поймы объясняется коротким вегетационным периодом и ухудшением условий нагула, а также видовой спецификой питания и особенностью утилизации зоопланктона различными размерно-возрастными популяциями синца.

**Выводы:**

– синец является многочисленным и промысловым видом во внутренних водоемах Волго-Ахтубинской поймы несмотря на значительные колебания его численности и уловов. Доля синца в промысловых уловах варьирует от 5.7 до 9.8%;

– быстрое наращивание ихтиомассы у 3–5-летних групп особей синца является важным приспособлением, обеспечивающим возможность быстрого созревания популяции и, следовательно, обеспечивает высокую продуктивность этого вида в различных водоемах дельты и поймы, а также представляет наибольший хозяйственный и промысловый интерес использования этих групп.

– линейные и весовые показатели роста синца во внутренних водоемах Волго-Ахтубинской поймы ниже, чем в нижней и средней зонах дельты р. Волги.

### Список литературы

1. *Казанчиев Е.Н.* Рыбы Каспийского моря. – М.: Наука, 1981. – С. 124–125.
2. *Сидорова М.А.* Синец *Abramuis ballerus* L. // Экологические мониторинговые исследования на лицензионных участках ООО «Лукойл-Нижевожскнефть» (1997–2006 гг.). – Астрахань: КаспНИРХ, 2006. – С. 367–368.
3. *Никитин Э.В.* Распределение и численность густеры и синца в Волго-Каспийском районе // Мат. первой межд. науч. конф. молодых ученых. – Астрахань, 2004. – С. 138–141.
4. *Аббакумов В.П.* Современное состояние и перспектива использования промысловых видов рыб Волго-Ахтубинской поймы // Проблемы изучения, сохранения и воспроизводства водных биоресурсов: мат. докл. ФГУП «КаспНИРХ». – Астрахань, 2007. – С. 15–17.
5. *Аббакумов В.П.* Промыслово-биологическая характеристика популяции синца во внутренних водоемах дельты и Волго-Ахтубинской поймы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 7. – С. 22–28.
6. *Стрельников А.С., Комова И.А.* Рост синца в различных участках Рыбинского водохранилища // Вопросы ихтиологии. – Т 5. Вып. 10 (18). – С. 613–635.

## ОЦЕНКА РОЛИ ДИВИЧИНСКОГО ЛИМАНА В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ЗАПАСОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ПОЛУПРОХОДНЫХ КАРПОВЫХ ВИДОВ РЫБ

**А.И. Абдуллаев, С.Н. Надиров, М.М. Ахундов**

*Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Рыбного  
Хозяйства, Баку, Азербайджан  
salamat1964@mail.ru*

В последние десятилетия под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов в экосистеме Каспийского моря происходят значительные изменения. Степень воздействия этих изменений на популяции рыб разных экологических групп оказалась различной. Наиболее сильно эти изменения повлияли на группу полупроходных рыб, были серьезно нарушены условия их воспроизводства. Наблюдается уменьшение запасов и снижение промысловых уловов многих ценных, в том числе полупроходных карповых видов рыб (Каспийское море, 1989; Кулиев, 2002; Надиров, Гаджиев, Ахундов, 2011 и др.).

Дивичинский лиман (озеро Агзыбир) расположен у азербайджанского побережья Среднего Каспия приблизительно в 120 км от г. Баку. В зависимости от уровня воды длина озера колеблется в пределах 11.2–25.0 км, максимальная ширина – 3.5–4.0 км, наибольшая глубина – 2.0–2.3 м, преобладающие глубины – 0.8–1.2 м, длина береговой линии – 37.5 км, площадь – 1600–3600 га. Прозрачность воды изменяется от 30 до 200 см по диску Секки, температура воды – 6–32 °С, соленость – 2.8–3.4‰, pH 7.2–8.3, содержание растворенного кислорода – 0.4–8.6 мг/л. В зоопланктоне выявлено 38 видов со среднегодовой биомассой 2.3 г/м<sup>3</sup>. В бентосе найдено 130 видов и форм донных животных с биомассой 0.68–4.95 г/м<sup>2</sup>. Наблюдается интенсивное зарастание высшей водной растительностью, по биомассе преобладают тростник и рогоз узколистный (Касымов, 1972; Касымов, Абдурахманова, 1987; Потенциальные Рамсарские угодья, 2000; Абдуллаев и др., 2008). Дивичинский лиман в прошлом имел важное рыбохозяйственное значение. В 30-е годы XX века в нем вылавливалось 500–600 ц рыбы в год (Лиходеева, Талыбов, 1983). В настоящее время в лимане и вытекающем из него канале происходит нерест целого ряда промысловых видов рыб, также он служит пастбищем для молоди и взрослых особей (Абдуллаев, 2009; 2010).

В данной статье анализируется роль Дивичинского лимана в воспроизводстве запасов промысловых полупроходных карповых видов рыб Каспийского моря.

## Материал и методика

Материалом для настоящей статьи послужили собственные результаты ихтиологических исследований на водоеме в 2007–2011 гг., литературные данные и архивные материалы Департамента по охране и воспроизводству водных биоресурсов МЭПР Азербайджана. Орудиями лова служили 25-метровые ставные сети с ячейей от 28 до 70 мм, мальковая волокуша (ячея 6х6 мм) длиной 20 м, конусные ихтиопланктонные сети двух типов: малая сеть с площадью устья 0.2 м<sup>2</sup> (фильтрующий материал – капроновое сито № 13) и большая сеть с площадью устья 1 м<sup>2</sup> (дель с ячейей 6 мм). Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Павлов, Лупандин, Костин, 2007 и др.).

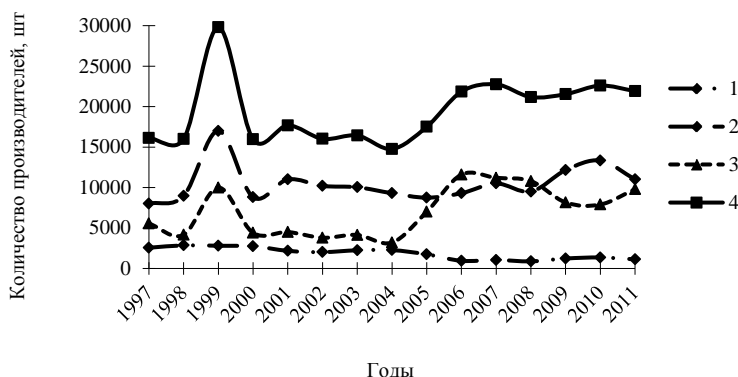
## Результаты и их обсуждения

По данным З.П. Бухариной (цит. по А.Г. Касымов, 1972) в 1960-х гг. для нереста в лиман ежегодно заходили 1.6–7.7 тыс. производителей сазана, 7–12 тыс. взрослых особей кутума *Rutilus frisii kutum*, 24–43 тыс. производителей рыба *Vimba vimba persa* и 175–183 тыс. взрослых особей воблы *Rutilus rutilus caspicus n.kurensis*. В последующем важная роль озера в воспроизводстве полупроходных рыб (исключая сазана) сохранялась. По данным Дивичинской рыбоводно-мелиоративной станции (РМС) весной 1995–1996 гг. для нереста в лиман заходили соответственно 65.6 и 20.3 тыс. производителей кутума, 119.5 и 51.2 тыс. взрослых особей рыба, 202.8 и 121.0 тыс. производителей воблы.

Со второй половины 1990-х гг. произошло резкое снижение численности производителей, заходящих на нерест в Дивичинский лиман. В эти годы пик численности отмечен в 1999 г. – около 30 тыс. производителей (рис. 1). В последующем количество рыб снизилось почти в 2 раза и до 2005 г. общая численность кутума, воблы и рыба, заходящих на нерест, варьировала в пределах 14.7–17.7 тыс. экземпляров.

По нашим подсчетам в 2007–2011 гг. в исследуемый водоем ежегодно заходили 880–1360 экз. взрослых особей кутума (в среднем 1130±210 шт.), 9.5–13.3 тыс. производителей воблы (в среднем 11370±1700 шт.) и 8.2–11.2 тыс. взрослых особей рыба (в среднем 9510±1730 шт.). За этот же период общее количество производителей карповых видов рыб, заходящих на нерест в лиман, изменялось в интервале от 21180–22750 экз. рыбы (в среднем 22000±780 шт.). За время наших исследований минимальное количество производителей кутума и воблы, заходящих на нерест в Дивичинский лиман зарегистрировано в 2008 году – соответственно 0.88 и 9.5 тыс. экз. производителей. В последние три года наблюдается тенденция увеличение их численности до 1.12–1.36 тыс. шт.

взрослых особей у кутума и 11.00–13.34 тыс. экземпляров у воблы. Наибольшее количество производителей рыба, заходящих на нерест в оз. Агзыбир нами было отмечено в 2007 году – 11.2 тыс. производителей.



**Рис. 1.** Динамика численности производителей карповых видов рыб, заходящих на нерест в Дивичинский лиман в 1997–2011 гг. *Примечания:* 2007–2011 гг. – наши данные; 1 – кутум, 2 – вобла, 3 – рыбец, 4 – всего.

Анализ литературных данных, архивных материалов и результаты собственных наблюдений показывают, что по существующей до настоящего времени практике шлюз рыбопропускного канала Дивичинского лимана в течение года открывается обычно на 1–2, максимум на 3 месяца. Поэтому скат молоди из Дивичинского лимана продолжается почти все время, пока открыт шлюз рыбопропускного канала.

По данным З.П. Бухариной (цит. по А.Г. Касымов, 1972) количество личинок полупроходных видов рыб, выпущенных в 1960–1963 гг. сильно колеблется (табл. 1).

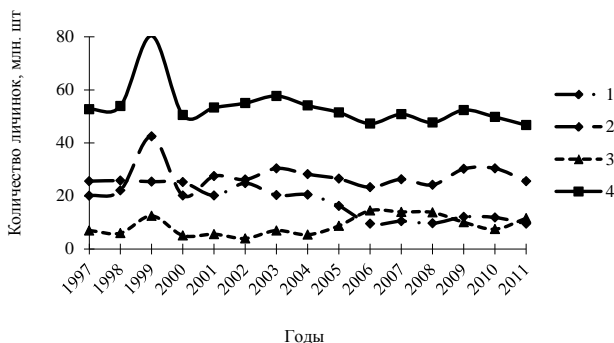
**Таблица 1.**  
Количество личинок рыб, выпущенных из Дивичинского лимана в 1960–1963 гг. (млн.шт.) [А.Г. Касымов, 1972]

Вид рыбы	Годы			
	1960	1961	1962	1963
Сазан	5.350	0.103	1.600	624.0
Вобла	14.480	0.068	671.600	891.6
Кутум	16.040	0.034	153.170	184.0
Итого	35.870	0.205	826.370	1699.6

Самым низкоурожайным был 1961 г., когда из озера было выпущено всего 0.205 млн. шт. личинок рыб. Максимальный урожай молоди был отмечен в 1963 г. – из лимана по рыбоводному каналу скатилось около 1700 млн. шт. личинок карповых рыб. В 1960-х гг. в среднем за год из лимана было выпущено более 640 млн. личинок рыб: воблы – 394 млн. шт., сазана – 158 млн. шт., кутума – 88 млн. шт.

В 1997–2006 гг., по сравнению с 1960-ми годами, количество личинок, выпущенных из водоема, уменьшилось более чем в 10 раз – до 47–57 млн. шт. личинок карповых рыб ежегодно (рис. 2). Исключение составил 1999 г., когда из лимана скатилось более 80 млн. личинок полупроходных рыб.

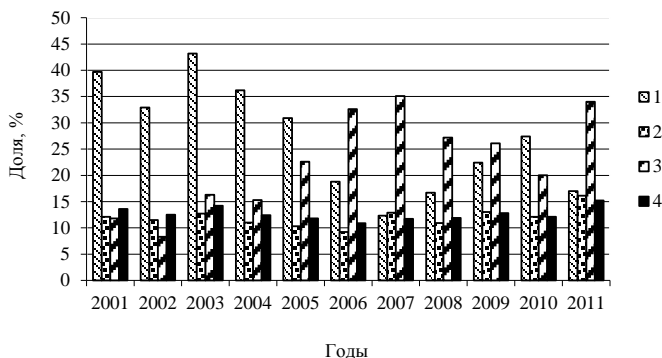
В 2007–2011 гг. из Дивичинского лимана в море было выпущено в среднем  $10.7 \pm 1.1$  млн.шт. личинок кутума (колебание по годам 9.5–12.1 млн. шт.),  $27.3 \pm 3.0$  млн.шт. личинок воблы (24.2–30.4 млн.шт.) и  $11.4 \pm 3.1$  млн.шт. личинок рыбца (7.5–14.0 млн.шт.). Общее количество личинок полупроходных карповых видов рыб, выпущенных из Дивичинского лимана, составило в среднем  $49.5 \pm 2.0$  млн.шт. (46.7–52.4 млн. шт.).



**Рис. 2.** Динамика численности личинок карповых видов рыб, выпущенных из Дивичинского лимана в 1997–2011 гг. *Примечания:* 2007–2011 гг. – наши данные; 1 – кутум, 2 – вобла, 3 – рыбца.

В настоящее время на пяти рыбоводных предприятиях Азербайджана регулярно выращивается молодь 8 видов [сазан (карп), жерех *Aspius aspius*, кутум, вобла, лещ *Abramis brama orientalis*, рыбца, шемая *Chalcalburnus chalcoides*, белый амур *Ctenopharyngodon idella*] карповых рыб. В последние годы выпуск молоди карповых рыб стабилизировался и держится на уровне около 400 млн. шт.

Сравнительный анализ имеющихся материалов (2001–2011 гг.) показывает, что численность молоди карповых рыб, выпущенных из Дивичинском лимане, составляет 10.9–15.2% от общего объема выпуска молоди данной группы рыб рыбоводными предприятиями Азербайджана (рис. 3).



**Рис. 3.** Динамика доли (%) всего молоди (4) и отдельных видов (1 – кутум, 2 – вобла, 3 – рыбец) полупроходных карповых рыб, выпущенных из Дивичинского лимана в общем объеме выпуска молоди рыб в Азербайджане.

При анализе доли отдельных видов рыб выяснилось, что до 2006 г. численность личинок кутума, выпускаемого из Дивичинского лимана, составляла более 30% всего выпуска молоди этого ценного промыслового вида в республике. В период наших исследований (2007–2011 гг.) минимальная доля молоди кутума, выпускаемого из Дивичинского лимана, была зарегистрирована в 2007 г. (всего 12.3%), а максимальная – в 2010 г. (27.4%). В 2001–2006 г. доля рыба, выращенной в оз. Агзыбир, изменялась в пределах от 8.3 до 32.6% от общей численности молоди *Vimba vimba persa*, выпускаемой рыбоводными хозяйствами Азербайджанской Республики. В 2007 г. численность молоди рыба, выпущенной из исследуемого водоема, была максимальной за весь период наблюдений – 35.1% всего выпуска молоди рыба рыбоводными предприятиями страны. В последующие три года рыба, выпускаемого из Дивичинского лимана, в общем выпуске молоди данного вида неуклонно снижалась и в 2010 г. численность молоди рыба составила 20.0% от общего количества выпуска молоди *Vimba vimba* рыбохозяйственными организациями республики. За весь анализируемый период (2001–2011 гг.) доля воблы, выпускаемой из Дивичинского лимана, в общем объеме выпуска молоди этого вида была относительно стабильной, в отдельные годы колебалась в пределах 9.2–16.1%.

Таким образом, проведенный анализ показал, что Дивичинский лиман в прошлом имел и до сих пор сохранил важное рыбохозяйственное значение для воспроизводства запасов полупроходных карповых видов

рыб Каспийского моря.

### Список литературы

- Абдуллаев А.И., Надиров С.Н., Касимов А.М. и др.* Дивичинский лиман (озеро Агзыбир): видовой состав ихтиофауны и роль в воспроизводстве полупроходных видов рыб / Материалы докладов Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна». Астрахань: Издательство КаспНИРХ, 2008. С. 21–24.
- Абдуллаев А.И.* Современное состояние естественного воспроизводства полупроходных видов рыб в Дивичинском лимане (озеро Агзыбир) / Материалы третьей международной научно-практической конференции. «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». Астрахань: Издательство КаспНИРХа, 2009. С. 7–10.
- Абдуллаев А.И.* Материалы к ихтиофауне Дивичинского лимана (озеро Агзыбир) // Известия Национальной Академии Наук Грузии, биомедицинская серия, 2010, т. 36, № 3–4. С. 165–178.
- Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. 236 с.
- Касымов А.Г.* Пресноводная фауна Кавказа. Баку: Элм, 1972. 286 с.
- Касымов А.Г., Абдурахманова З.Ю.* Донная фауна озера Дивичинский лиман // Гидробиологический журнал. 1987. Т. 23, № 3. С. 31–34.
- Кулиев З.М.* Карповые и окуневые рыбы Южного и Среднего Каспия. Баку: Араз. 2002. 254 с.
- Лиходеева Н.Ф., Талыбов Н.Б.* Динамика зоопланктона Дивичинского лимана // Сб. ст. «Гидробиологические и ихтиологические исследования в Азербайджане». Баку: Элм, 1983. С. 56–58.
- Надиров С.Н., Гаджиев Р.В., Ахундов М.М.* Современное состояние промысла и воспроизводства карповых (Cyprinidae) рыб в Азербайджане // Материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием (12–16 сентября 2011 г., Борок, Россия) «Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов». М.: «АКВАРОС». 2011. Т. 2. С. 570–578.
- Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В.* Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука. 2007. 211 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Изд. Пищевая промышленность. 1966. 375 с.



# ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА МОЛОДИ РЫБ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОГНОЗНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕДА, НАНОСИМОГО ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ НА МАЛОИЗУЧЕННЫХ ВОДОЁМАХ

**Д.Ф. Аверьянов**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия;  
ООО «Экоэксперт», г. Казань, Россия,  
adf-66@yandex.ru*

Проблема дефицита чистой воды ставит общую задачу охраны водных ресурсов от различных видов загрязнений и, в частности, задачу охраны, населяющих воды организмов – водных биоресурсов. Сообщества последних являются естественными, идеальными системами трансформации веществ, поступающих в поверхностные воды извне и благодаря которым, вода сохраняет свои биотические функции. Вещества, находящиеся в воде, пройдя сложный путь поглощения и превращения их бактериями, растениями, водными беспозвоночными и рыбами, в итоге частично ассимилируются, а частично аккумулируются тканями организмов водной биоты. К примеру, организмы планктона способны концентрировать в единице объёма своего тела пестицидов (ДДТ) в 800 раз больше, а щука – *Esox lucius* L. в 26600 раз больше, чем вода (Хотунцев, 2004). Погибшие организмы, как правило, опускаются на дно, и дальнейший перенос загрязнителя происходит, главным образом, в донные отложения. Следовательно, уменьшение натурально сбалансированного количества гидробионтов в водоеме, а равно и ухудшение условий их существования, снижает возможности процесса его самоочищения и способствует увеличению дефицита чистой воды (Халилов, Белобородова, 1986; Поддубный, 1987).

Негативное воздействие на водные биоресурсы в случаях их установления влечёт за собой штрафные санкции или добровольные компенсационные выплаты эквивалентные величине, наносимого вреда. В настоящее время данный показатель определяется «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утверждённой приказом Росрыболовства № 1166 от 25.11.2011 г.

Согласно пункта 26 данной методики, источниками получения исходных данных о состоянии водных биоресурсов являются научные публикации, фондовые материалы рыбохозяйственных и научно-исследовательских организаций и результаты других специальных исследований. В случае недостаточности исходных данных о состоянии

водных биоресурсов и их отдельных показателей на малоизученных водных объектах рыбохозяйственного значения, к которым относится основное количество малых и средних по величине водоёмов, последствия негативного воздействия намечаемой деятельности на состояние водных биоресурсов определяются в качестве предварительной оценки при соответствующем обосновании с использованием имеющихся исходных биологических данных по водному объекту аналогичному по рыбохозяйственному значению и биологическим показателям (Методика..., 2011).

Сами данные включают в себя сведения по кормовой базе рыб, рыбопродуктивности, видовому составу рыбного населения и численному соотношению видов, соотношению самцов и самок, весовым характеристикам рыб и их плодовитости, количеству молоди в единице объёма или на единице площади.

Из всего выше перечисленного сегодня наилучшим образом изучен видовой состав рыб, поскольку большинство их имеют обширные жизненные ареалы. Для малых водоёмов Русской равнины весьма неплохо исследован видовой состав и численное соотношение видов в рыбном населении (Жаков, Меншуткин, 1989; Котегов, 2006; Иванчев, Иванчева, 2010). В литературе достаточно полно отражены биологические показатели рыб (Кузнецов, 2005; Рыбы в заповедниках России, 2010), которые хотя и варьируют, но могут уточняться по мере пополнения базы данных. Серьёзно изучен вопрос рыбопродуктивности водохранилищ и озёр (Поддубный и др., 1985, Китаев, 1994, 2002), тогда как рыбопродуктивность речных систем изучена слабее. К примеру, по одним данным (Назаренко, Арефьев, 1998) рыбопродуктивность малых рек III рыбоводной зоны Заволжья составляет в среднем  $10.8 \pm 1.1$  кг/га, по другим (наши данные) – только средние уловы мальковой волокушей достигают  $28.8 \pm 4.8$  кг/га.

Ещё большую сложность представляет установка расчётного показателя – удельного количества молоди. Во-первых, численность молоди рыб вообще величина непостоянная даже в одном водоёме, поскольку зависит от большого числа объективных факторов – уровня воды в период нереста, температуры окружающей среды в период развития, условий питания и других показателей, которые сами по себе носят изменчивый характер (Кузнецов, 1978; Кузнецов, Платонова, 1972; Махотин, 1977). Во-вторых, определение численности связано с серьёзными субъективными проблемами, в первую очередь такими как, расчёт уловистости орудия лова и размера облавливаемой площади (Методические указания по оценке..., 1986, Китаев, 1994). В результате чего показатель на усилие одного и того же орудия лова в одинаковых

экологических зонах аналогичных водоёмов одного региона могут отличаться в 3–20 раз (Григорьев, 1998; Кузнецов и др., 2009).

Недостаточность и противоречивость информации нередко снижают уровень достоверности результатов при оценке воздействия на водные биоресурсы, и требуют выработки системного подхода, при котором исходные расчётные данные согласовывались бы между собой, а определяемая величина вреда имела бы достаточно объективное обоснование. Для решения этой задачи привлекателен территориальный подход, в основе которого лежит рыбопродуктивность водоёмов.

Результаты исследования продуктивности озёр СССР показали, что продукция водоёмов закономерно возрастает от северных широт к южным, хотя в каждой географической зоне встречаются, как олиготрофные, так и эвтрофные водоёмы (Алимов, 1989). Принцип географического районирования имеет место и в области рыбоводства, согласно которому, территории объединены в рыбоводные зоны. Вопрос рыбопродуктивности в рыбоводной практике играет ключевую роль, поэтому является более изученным, чем в практике рыболовства. И здесь интересен такой рыбоводный показатель, как рыбопродуктивность полностью облавливаемых водоёмов комплексного назначения без применения кормов, но с поликультурой, включающей в себя и аборигенные виды рыб. То есть водоёмов, где условия обитания рыб наиболее приближены к естественным. К примеру, для водоёмов II и III рыбоводных зон данный показатель составляет 80 и 100 кг/га, соответственно (Козлов, Абрамович, 1991). Масса рыбного населения озёр зоны смешанных лесов, соответствующая этим рыбоводным зонам, оценивается в среднем в 104.2 кг/га (Китаев, 2007). А средняя плотность рыбного населения Куйбышевского водохранилища, расположенного здесь же, в период стабилизации системы оценивалась порядка 50–60 кг/га (Поддубный и др., 1985). При этом, рыбохозяйственная наука показывает возможность повышения рыбопродуктивности водохранилища за счёт использования его естественной кормовой базы (Яковлева, 1978; Миргородченко и др., 1986; Щукин, 1986). Таким образом отмечается, что рыбоводные и ихтиологические показатели достаточно близки и, по всей видимости, отражают оптимальные значения удельной ихтиомассы для естественных рыбохозяйственных водоёмов, характеризующихся сбалансированностью экосистемы. Это позволяет обосновать данный показатель для его применения при расчётах величины вреда.

Опираясь на значения удельной ихтиомассы, применяя используемые при расчёте данные по количественно-видовому составу рыб водоёма-аналога, весовым навескам рыб, их плодовитости, половому

соотношению, коэффициентам промовозврата, несложно установить и среднее количество молоди по схеме, представленной в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1.**

Расчёт количества рыб одного поколения

Виды рыб	1	2	3	4	5	6	7	8
Щука	25.61	23.049	1.200	19.208	1:1	118000	0.001	11.333
Плотва	63.29	56.961	0.232	245.522	1:1	50000	0.0006	36.828
Уклея	3.58	3.222	0.016	201.375	1:1	9900	0.0004	3.987
Верховка	0.01	0.009	0.001	9.000	1:1	1300	0.0004	0.023
Пескарь	6.69	6.021	0.017	354.176	1:1	2000	0.0004	1.417
Карась	0.64	0.576	0.686	0.840	1:0	230000	0.0004	0.773
Вьюн	0.13	0.117	0.048	2.438	1:1	125000	0.0004	0.610
Щиповка	0.05	0.045	0.005	9.000	1:1	3 000	0.0004	0.054
<b>Всего</b>	<b>100</b>	<b>90</b>						<b>55.025</b>

*Примечание:* 1 – процент по массе, (%), 2 – масса, кг/га, 3 – средняя навеска 1 особи, кг, 4 – количество, шт., 5 – соотношение полов, 6 – плодовитость, шт., 7 – коэффициент пром возврата по икре, %, 8 – кол-во промыслов. потомства одного года шт/га

**Таблица 2.**

Расчёт среднего количества сеголетков

Виды рыб	Количество промыслового потомства одного года, шт/га	Коэффициент пром возврата по сеголеткам, %	Объём воды в 1 га*, м <sup>3</sup>	Количество молоди, экз./м <sup>3</sup>
Щука	11.333	4	10000	0.028
Плотва	36.828	1	10000	0.368
Уклея	3.987	1	10000	0.040
Верховка	0.023	2	10000	0.000
Пескарь	1.417	2	10000	0.007
Карась	0.773	2	10000	0.004
Вьюн	0.610	2	10000	0.003
Щиповка	0.054	2	10000	0.000
<b>Всего</b>	<b>55.025</b>			<b>0.451</b>

\* – площадь 10000 м<sup>2</sup> (1 га) x глубина 1.0 м = 10000 м<sup>3</sup>

Полученная расчётная величина согласуется с прочими, используемыми при расчёте величинами, и отражает среднее удельное количество молоди в водоёме, без учёта её вертикального и горизонтального распределения. Если негативное воздействие распространяется на все экологические зоны водоёма равномерно, что

чаще и имеет место на малых водоёмах, то данная величина является достаточно обоснованной. Если же негативное воздействие распространяется локально, к примеру, при глубинном водозаборе или глубинном сбросе нетоварных фракций нерудных строительных материалов, то требуется соответствующая корректировка данных, обоснованная дополнительной информацией по возникшему вопросу.

### Список литературы

- Алимов А.Ф.* Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 159 с.
- Григорьев В.Н.* Значение малых рек Свияжского залива в воспроизводстве рыбных запасов Куйбышевского водохранилища // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов: Сб. науч. трудов Всеросс. конф., Пенза, 1998. С. 320–321.
- Жаков Л.А. Меницуткин В.В.* Пространственная имитационная модель ихтиоценоза малой реки // Вопросы ихтиологии. 1989. Т. 29 Вып. 4. С. 670–675.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю.* Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилежащих территорий. Рязань: НП «Голос губернии», 2010. 292 с.
- Китаев С.П.* Ихтиомасса и рыбопродукция малых и средних озёр и способы её определения. СПб.: Наука, 1994. 176 с.
- Китаев С.П.* Взаимосвязь атмосферных осадков, испарения, температуры и продуктивности водных экосистем // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 1. С. 98–102.
- Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов // КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2007 395 с.
- Козлов В.И., Абрамович Л.С.* Справочник рыбовода. М.: Росагропромиздат, 1991. 238 с.
- Котегов Б.Г.* Фауна и экология рыб малых рек Удмуртии. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2006. 96 с.
- Кузнецов В.А.* Рыбы Волжско-Камского края. Казань: Kazan-Kazan, 2005. 208 с.
- Кузнецов В.А.* Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Казань: КГУ, 1978. 160 с.
- Кузнецов В.А., Платонова О.П.* Влияние уровня режима на воспроизводство основных промысловых рыб в низовьях Свияжского залива // Фауна крупных притоков Волги в условиях зарегулированного стока. Казань: КГУ, 1972. С. 49–65.
- Кузнецов В.А., Ананин А.Н., Муртазина Л.Р.* Видовой состав и численность рыб в раннем онтогенезе в низовьях Свияжского залива

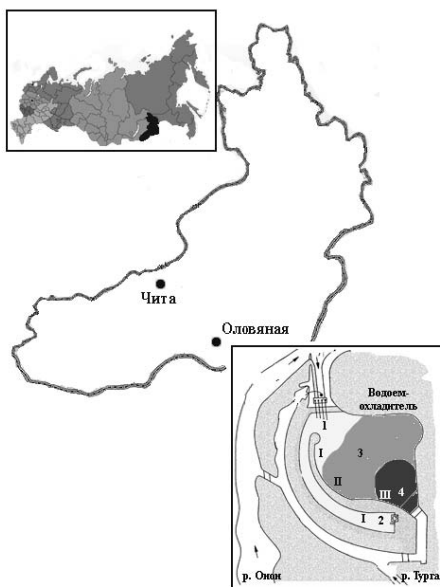
- Куйбышевского водохранилища в 2001–2006 гг. // Учен. Зап. Казан. Ун-та. Сер. Естеств. Науки. 2009. Т. 151, кн. 2. С 287–296.
- Махотин Ю.М.* Эффективность нереста рыб в Куйбышевском водохранилище и определяющие её факторы // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17. Вып. 1. С. 27–38.
- Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам (утверждена приказом Росрыболовства № 1166 от 25.11.2011 г.)
- Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах. М.: ВНИИПРХ, 1986. 52 с.
- Миргородченко Н.Н., Махотина М.К., Миловидов В.П.* Кормовая база и её резервы в Куйбышевском водохранилище // Сб. науч. Трудов ГосНИОРХ. Вып. 242. 1986. С. 59–65.
- Назаренко В.А., Арефьев В.Н.* Ихтиофауна малых рек Ульяновской области. Ульяновск: Дом печати, 1998. – 120 с.
- Поддубный А.Г.* Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования водохранилищ // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 5. С. 729–734.
- Рыбы в заповедниках России. Т.1. М.: Т-во научных изданий КМК. 2010. 627 с
- Поддубный А.Г., Юданов К.И., Малинин Л.К., Стрельников А.С., Латицкий И.И.* Плотность рыбного населения открытых плёсов водохранилищ Волги и Дона // Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. М.: Наука, 1985. С. 129–137.
- Хотунцев Ю.Л.* Экология и экологическая безопасность. М.: Академия, 2004. 480 с.
- Халилов Ф.Ш., Белобородова М.Н.* Оптимизация рыбного сообщества водоемов на примере питьевого и рекреационного Озернинского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1986. Т. 26. Вып. 3. С. 393–397.
- Щукин Г.П.* Пути реализации резервов кормовой базы рыб Куйбышевского водохранилища // Сб. науч. Трудов ГосНИОРХ. Вып. 242. 1986. С. 65–73.
- Яковлева А.Н.* Кормовые ресурсы и рыбопродуктивность волжских водохранилищ // Известия ГосНИОРХ. Т. 138. 1978. С. 60–82.
- 
-

# СОВРЕМЕННЫЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ХАРАНОРСКОЙ ГРЭС

**А.В. Афонин**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН,  
Чита, Россия, AlexAAV@yandex.ru*

Водоем–охладитель Харанорской ГРЭС, расположенный на юго-востоке Забайкальского края ( $50^{\circ}28.563' \text{ N}$ ;  $116^{\circ}20.682' \text{ E}$ ), сооружен в 1995 г. в результате обвалования дамбами участка поймы р. Онон в месте впадения в нее р. Турга. Согласно классификации (Авакян, Салтанкин, Шарапов, 1987), водохранилище относится к мелководному пойменно-долинному наливному прудово-озеровидному водоему-охладителю с интенсивным водообменом. Площадь водного зеркала (при НПУ 574 м БС) составляет  $4.1 \text{ км}^2$ , объем водной массы –  $15.6 \text{ млн. м}^3$ , средняя глубина – 4 м, периметр по урезу воды – 8.6 км (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема водоема-охладителя Харанорской ГРЭС. (Станции: 1 – Береговая насосная станция, 2 – Водозаборный канал, 3 – Центральная, 4 – Водосбросный канал. I, II, III – термические зоны)

Со сбросными водами ГРЭС в водоем ежегодно поступает более 4 млн. Гкал дополнительного тепла, результатом чего является

дифференцирование акватории на 3 зоны, различных по характеру термического режима. Первая зона (Береговая насосная станция и Водозаборный канал) характеризуется наименьшей тепловой нагрузкой. Температура воды здесь в течение года (по данным 2012–2013 г.) изменялась от 2.8 до 23.5 °С. Во второй зоне, включающей Центральную часть водохранилища, температура превышала фоновую величину в среднем на 0.4–1.2 °С. Максимальный подогрев воды отмечался в районе Водосбросного канала (третья зона), где температура выше фоновой на 3–4.1 °С (см. рис. 1). В целом, среднемесячная температура воды в августе за период с 1995 по 2013 гг. в районе водосбросного канала повысилась более, чем на 10 °С. Дополнительное тепло способствовало увеличению вегетационного сезона в водохранилище, который в настоящее время начинается во второй декаде апреля и заканчивается в третьей декаде октября. К тому же, теплая зима 2012–2013 гг. и сброс горячей воды привели к уменьшению мощности и площади ледового покрытия. Так, толщина льда в самый холодный месяц не превышала 0.3 м и покрытие – не более 30%, а во второй половине февраля лед по всей акватории водоема уже отсутствовал.

Натурные исследования по изучению современного состояния ихтиофауны водоема-охладителя Харанорской ГРЭС проводились в 2012–2013 гг. Орудиями исследовательского лова служил набор жилаковых сетей с ячейей от 12 до 100 мм. Обработка проб выполнялась в соответствии с принятыми в ихтиологии методами (Правдин 1965; Методические указания ..., 1986). Возраст рыб определялся по методике Чугуновой Н.И. (1959). Полный биологический анализ крупных особей проводился в полевых условиях, мелкие рыбы фиксировались в формалине и изучались в лабораторных условиях.

Ихтиофауна водохранилища-охладителя сформировалась из местных видов рыб рек Онон и Турга, а также в результате работ по вселению новых видов. Эти мероприятия впервые были проведены в 1996 г. и продолжают по настоящее время. На первых этапах существования водоема лимнофильные виды рыб заменили реофильных, в итоге сформировалась особая фауна, сочетающая в себе местные и вселенные виды. В водохранилище были интродуцированы пелядь, белый амур, карп, пестрый толстолобик, гибрид белый толстолобик × пестрый толстолобик. Пелядь не прижилась, а акклиматизация травоядных видов (белый амур и толстолобик) прошла успешно, карп очень редок. В первые годы в составе ихтиофауны было зарегистрировано 22 аборигенных вида и 4 вселенца. Доминировали представители китайского фаунистического комплекса. По структурному составу ихтиофауна относилась к чебаково-карасево-трегубовому типу (Горлачева, Афонин, 2005).



В настоящее время видовое разнообразие рыб водоема-охладителя складывается 17 видами, относящихся к 3 семействам (табл. 1).

**Таблица 1.**

Видовой состав рыб водоема-охладителя Харанорской ГРЭС

Русское название	Латинское название	ФК
Гольян Лаговского, амурский гольян	<i>Phoxinus lagowskii</i> Dybowski	БП
Амурский плоскоголовый или красноперый жерех	<i>Pseudaspius leptcephalus</i> (Pallas)	ДВ
Амурский чебачек	<i>Pseudorasbora parva</i> (Schlegel)	КР
Сибирский пескарь	<i>Gobio gobio cynocephalus</i> Dybowski	БР
Маньчжурский пескарь, чебаковидный пескарь	<i>Gnathopogon mantschuricus</i> (Regan)	КР
Пескарь-губач Черского	<i>Sarcocheilichthys czerskii</i> (Berg)	КР
Пескарь-лень	<i>Sarcocheilichthys sinensis lacustris</i> (Dybowski)	КР
Обыкновенный амурский горчак	<i>Rhodeus sericeus sericeus</i> (Pallas)	ДВ
Конь-губарь	<i>Hemibarbus labeo</i> (Pallas)	КР
Трегубка	<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> Berg	КР
Белый амур	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)	КР
Серебряный карась	<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	БР
Сазан	<i>Cyprinus carpio haematopterus</i> Temminck et Schlegel	ДВ
Пестрый толстолобик	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson)	КР
Амурский чебак	<i>Leuciscus waleckii</i> (Dybowski)	БР
Амурский сом	<i>Parasilurus asotus</i> (Linnaeus)	КР
Косатка-скрипун	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i> (Richardson)	СИ

*Примечание:* Фаунистические комплексы (ФК): ДВ – древний верхнетретичный, БП – бореальный предгорный, БР – бореальный равнинный, СИ – сино-индийский, КР – китайский равнинный.

Ихтиофауна водохранилища характеризуется смешанным обликом по наиболее вероятным климатическим и географическим районам происхождения. Согласно зоогеографической принадлежности видов рыб, выделено 5 фаунистических комплексов. Наиболее многочисленны виды китайского равнинного (53%) (см. табл. 1). Представители древнего верхнетретичного и бореального равнинного комплексов составляли по 18%, остальные – по 6%. За период исследований из состава ихтиофауны выпали преимущественно представители арктического и бореального

равнинного комплексов: сиг-хадары, озерный голянь, пескарь Солдатова, длинноусый или белоперый амурский пескарь, амурский подуст-чернобрюшка, налим. В уловах стал часто встречаться обыкновенный амурский горчак. Увеличилась численность сома и сазана, но значительно сократилось количество карася серебряного и краснопера. В целом, общая численность рыб в водоеме-охладителе ниже, по сравнению с предыдущими исследованиями (1995–2003 гг.). Современный ихтиоценоз водохранилища относится к трегубово-чебаковому типу.

Амурский жерех в уловах встречался в небольшом количестве и в основном в районе береговой насосной станции. Хотя в первые годы существования водоема-охладителя был многочисленным видом. В период минимального уровня воды его численность резко упала (Горлачева, Афонин, 2005). Из трех представленных возрастных групп доминировали рыбы в возрасте 2+. Показатели темпа роста в 2013 г. выше, чем в 2001 г.

Амурский чебак встречался в уловах в возрасте от 2+ до 5+. Доминировали рыбы 3+, 2+. Соотношение самок к самцам 1:1. Показатели темпа роста высокие и не отличались от показателей 1996 г. (Горлачева, Афонин, 2005). 30% из числа выловленной рыбы были заражены аргулезом.

Трегубка впервые была обнаружена в 1997 г. (Горлачева, Афонин, Михеев, 1999). В водоеме она нашла благоприятные условия обитания и в настоящее время доминирует по численности. Распространена по всему водоему, но наибольшая плотность сосредоточена в зоне сброса горячей воды. При подкачке воды из р. Онон она также концентрируется в районе береговой насосной станции. Размерно-весовые показатели и упитанность высокие и не отличались от такового в 2001 г. (Горлачева, Афонин, 2005). В уловах встречались рыбы в возрасте от 1+ до 5+. Соотношение полов 1:1.

Популяция серебряного карася в 2001 г. имела довольно большую численность и обитала преимущественно в центральной части водохранилища (Горлачева, Афонин, 2005). В наших уловах было поймано всего 3 экземпляра карася в возрасте 4+. Показатели роста выше, по сравнению с рыбами, пойманными в 2001 г.

Численность коня-губаря зависит от изменения уровня воды. Так, большая сработка уровня в 1997–1999 гг. до УМО привела к резкому сокращению его численности в водохранилище (Горлачева, Афонин, 2005). В настоящее время численность восстанавливается. Линейно-весовые показатели рыб такие же, что и в 2002 г.

Пескарь-лень ранее встречался крайне редко (Горлачева, Афонин, 2005), сейчас численность его увеличилась. Отловлен в возрасте 2+ и 3+ в

районе береговой насосной станции, имел хорошие показатели роста.

Амурский сом – относительно многочисленный вид. В наших уловах встречался повсеместно и был представлен семью возрастными группами – 1+ – 7+. Линейно-весовые показатели роста высокие и не отличались от показателей рыб, выловленных в 2001 г.

Сазан был представлен особями восьми возрастных групп (2+ – 9+). Показатели темпа роста высокие и по сравнению с исследованиями 2001 г. не изменились. Соотношение полов в уловах 1:1. По численности доминировали рыбы в возрасте 4+ – 7+.

Интродукция растительноядных рыб в водоем-охладитель Харанорской ГРЭС производится с 2000 г. (табл. 2).

**Таблица 2.**

Характеристика полученного для зарыбления материала

Вид	Дата вселения	Кол-во, тыс. шт	Навеска, г	Возраст
Белый амур	10.04.2000	40	10–20	1+
	03.05.2000	26	10–20	1+
	12.06.2000	100	0.15	личинки
Гибрид белый толстолобик × пестрый толстолобик	03.05.2000	3.2	310	2 <sup>0</sup>
	21.10.2000	10	80	0+
	12.06.2000	400	0.15	личинки
	02.05.2001	3.5	350	2 <sup>0</sup>
	11.10.2002	2	350	2+
	01.11.2002	3.7	350	2+
	01.05.2003	4.5	350	2+
	06.10.2003	1.5	350	2+
	28.10.2003	4.5	70–150	1+
	26.03.2012	24	50–70	0+
Пестрый толстолобик	17.04.2012	24	50–70	0+
	30.10.2012	31	50–70	0+
	20.10.2013	14	50–70	0+
	01.10.2012	34	50–70	0+

Толстолобик, интродуцированный в 2012 и 2013 гг., в уловах был многочисленным и встречался по всей акватории водоема. Рыбы имели высокие линейно–весовые показатели роста (табл. 3).

**Таблица 3.**

Размер, масса и упитанность толстолобика

Дата вселения	Длина, мм	Масса, г	Коэффициент упитанности
Весна 2012 г.	520–570	2652–3590	1.77–2.02
Осень 2012 г.	360–470	1039–1948	1.81–2.54

Также было отловлено несколько экземпляров толстолобика, вселенного в 2003 г., и белого амура – в 2000 г. Низкие показатели роста белого амура, по сравнению с толстолобиком, связаны с условиями его обитания. В настоящее время в водохранилище практически отсутствует высшая водная растительность – основной источник питания. Анализ пищевого комка показал, что в питании присутствовал фитопланктон и нитчатые водоросли. Низкокалорийный корм привел к снижению жирности и упитанности (табл. 4).

**Таблица 4.**

Размер, масса и упитанность толстолобика и белого амура

Возраст, лет	Длина, мм	Масса, г	Коэфф. упитанности
Толстолобик 11+	700–980	8000–22000	1.87–2.99
Белый амур 13+	610–650	4140–4560	1.66–1.82

Вселенный осенью 2012 г. карп в наших уловах не встречался. Имеется лишь одно устное сообщение местного рыбака о вылове двух экземпляров.

Таким образом, современный состав ихтиофауны водоема-охладителя Харанорской ГРЭС складывается из 17 видов рыб. По численности доминируют рыбы китайского равнинного комплекса. По структурному составу ихтиоценоз водохранилища относится к трегубово-чебаковому типу. Размерно-весовые показатели отловленных экземпляров рыб мало отличались от исследований прошлых лет. Акклиматизационные работы имеют успешный результат.

*Работа выполнена при финансовой поддержке ОАО «ОГК-3 «Харанорская ГРЭС».*

### Список литературы

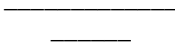
- Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. Серия Природа мира. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
- Горлачева Е.П., Афонин А.В., Михеев И.Е. О нахождении амурской трегубки *Opsariichthys unieirostris amurensis* Berg в р. Онон // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т.39. – №2. – С. 261.

*Горлачева Е.П. Афонин А.В. Ихтиофауна // Водоем-охладитель и его жизнь / Итигилова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – С. 111–143.*

Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. – Л.:ГосНИОРХ, 1986. – 65 с.

*Правдин Н.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-ть, 1966. – 376 с.

*Чугунова Н.И.* Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.



# ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА У РЫБ КАК БИОИНДИКАТОР АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ

**М.М. Басова**

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,  
Севастополь, Россия, maribasova@yandex.ru*

В настоящее время загрязнение водных экосистем принимает угрожающие масштабы. Загрязняющие вещества нарушают различные метаболические взаимодействия водных организмов и вызывают изменение их структурных и продукционных характеристик. Это прослеживается в деструкции трофических связей, изменениях темпов репродуктивного, аномалиях видовой структуры, элиминации чувствительных видов, форм гидробионтов и стадий их онтогенеза, других глубоких нарушениях экологического характера (Патин, 1974; Шилова, Шагуновский, 2005). В этой связи изучение закономерностей адаптаций водных организмов к меняющимся условиям окружающей среды и организация эффективного биологического мониторинга природных популяций рыб является важной задачей.

Различные неспецифические воздействия окружающей среды на организм приводят к изменению его морфологических, биохимических и физиологических показателей. Важной и информативной в этом отношении может быть лейкоцитарная формула – как сигнальный показатель общих неспецифических адаптационных реакций организма (Гаркави и др., 1998). Она универсально и оперативно реагирует на изменение статуса организма (Чуян и др., 2003; Горобец, Радченко, 2004). Целью работы явилось изучение изменения лейкоцитарной формулы черноморских рыб в различных бухтах г. Севастополя, отличающихся уровнем загрязнения.

## Материалы и методы

Работа выполнена на черноморских ершах *Scorpaena porcus* L., отловленных в 2007–2009 г. в бухтах Севастополя, различающихся уровнем загрязнения и в условно чистом районе между Балаклавой и м. Фиолент. По степени загрязнения условно чистым является район между Балаклавой и м. Фиолент, наиболее загрязнены Карантинная и Александровская бухты, Мартынова бухта занимает промежуточное положение (Красновид, 2002; Симонов, Рябинин, 1996).

Отловленных рыб (200 экз) подвергали биологическому анализу и определяли лейкоцитарную формулу (Иванова, 1973). Полученные

данные статистически анализировали общепринятыми методами с применением программы Excel 2007.

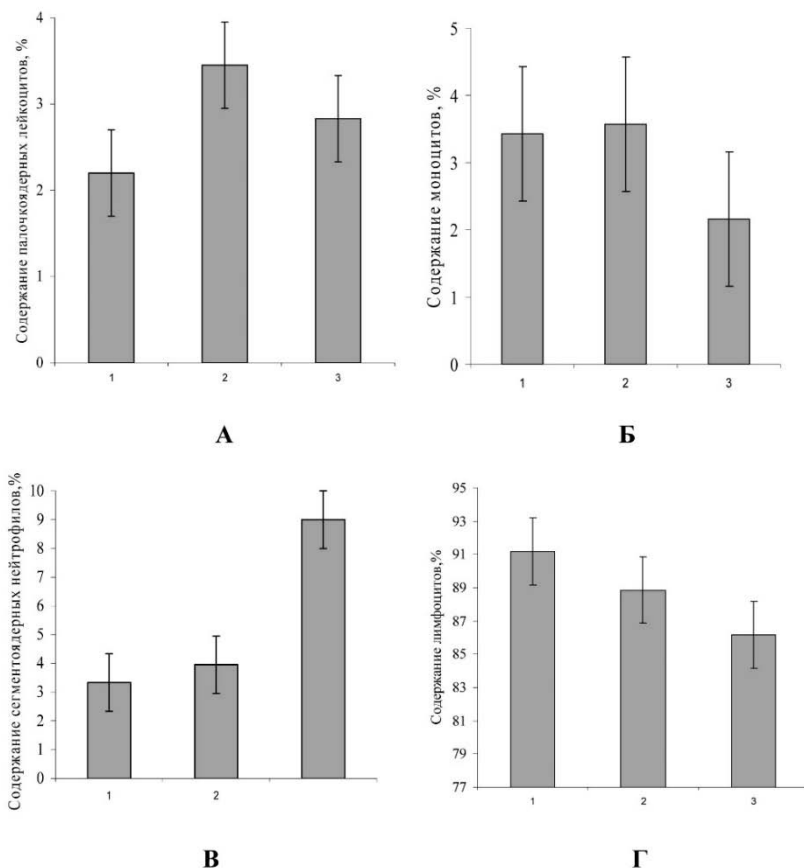
### **Результаты и обсуждение**

В прибрежной зоне обитает множество представителей флоры и фауны, которые вынужденно осуществляют свой жизненный цикл в условиях антропогенного пресса высокой интенсивности. Эти гидробионты в силу особенностей биологии обладают определенным спектром адаптивных возможностей, позволяющих им существовать в экстремальных условиях среды – при гипоксии, аноксии, колебаниях температуры и солености, при высоких концентрациях загрязняющих веществ. Особенности физиолого-биохимических процессов при адаптации к условиям среды этих организмов могут быть использованы в качестве биомаркеров при оценке состояния водной среды. Характерным представителем таких гидробионтов является морской ерш, которому присущ оседлый образ жизни в литорали и сублиторали, малоподвижность и пониженный уровень обмена.

Для человека и теплокровных животных уровни лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов в периферической крови являются наиболее информативными показателями, характеризующими тип адаптации (Гаркави и др., 1998). Эта же закономерность прослеживается и для рыб, что согласуется с нашими данными, полученными для ершей – достоверно значимые изменения были получены только для лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов. На протяжении ряда лет установлено, что наименьшее количество лимфоцитов отмечается у ершей в чистых районах, в то время как в загрязненных районах возрастает лимфоцитоз. При этом в составе белой крови в чистых районах нормальным является повышенный уровень сегментоядерных нейтрофилов, а при нарастании степени загрязнения этот показатель снижается в 2–3 раза (рис. 1–3).

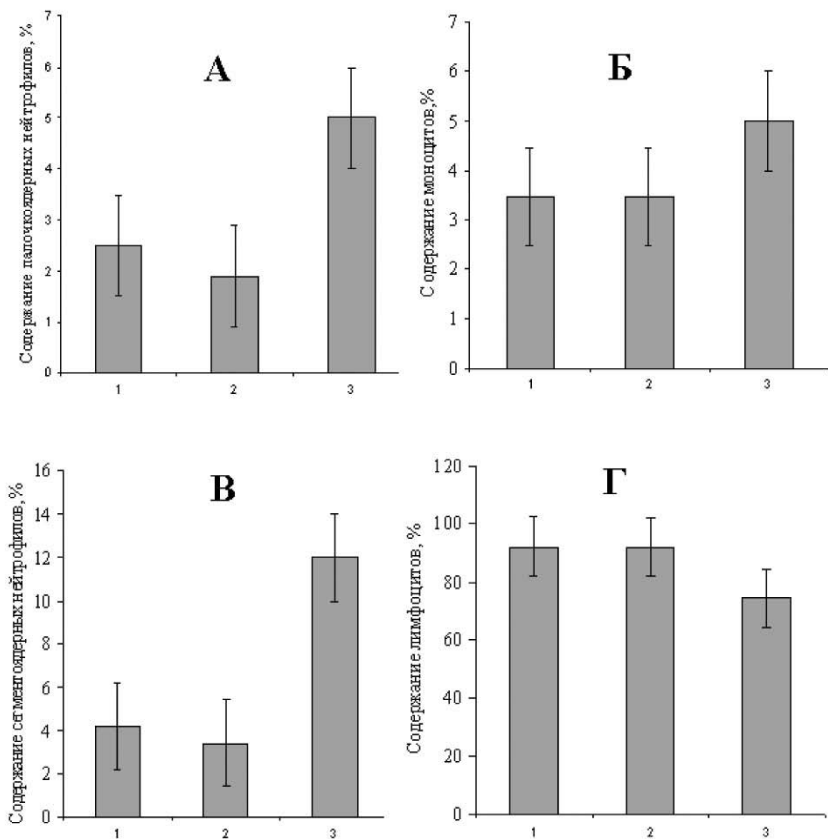
Полученные данные свидетельствуют, что разные формы лейкоцитов в разной степени участвуют в формировании общей адаптивной реакции у рыб (Snieszko, 1974; Roche & Boge, 1996; Горобец, Радченко, 2004). Ввиду сложности биохимического и морфологического исследования, функции лейкоцитов рыб изучены не достаточно, но наши и литературные данные подтверждают их важную роль в развитии разновекторных адаптаций, связанных с инфекционными процессами, детоксикацией ядовитых веществ и т.д. (Ellis, A.E., 1977; Серпунин, 2002; Чуян и др., 2003; Серпунин, 2004; Калинин, Минеев, 2012). В присутствии каких-либо загрязнителей у рыб в большинстве случаев отмечается лейкоцитоз, что подтверждается рядом исследований (Метелев, 1974; Гольдин, 1975; Котов, 1976; Моисеенко, 2000; Brozio & Litzbarski, 1977). Известно, что нейтрофилы –

самый чувствительный тип клеток и активные ферментообразователи, им свойственна и фагоцитарная функция (Серпунин, Коробейникова, 1997).

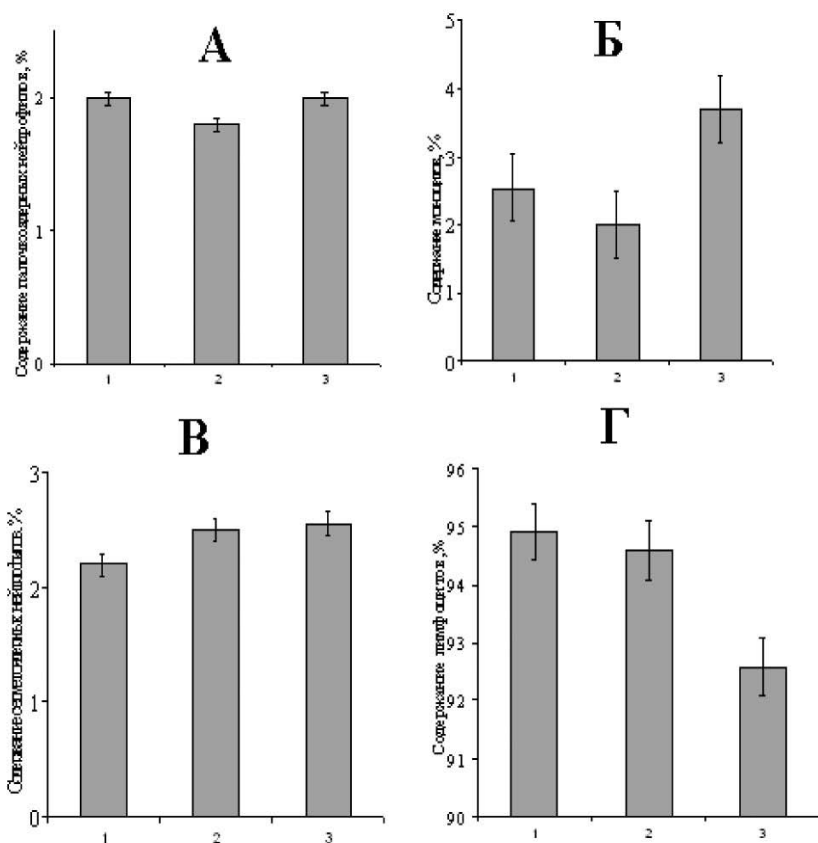


**Рис. 1.** Содержание различных типов лейкоцитов в крови ерша в бухтах Севастополя в 2007 г. А – палочкоядерные нейтрофилы; Б – моноциты; В – сегментоядерных нейтрофилов; Г – лимфоциты. *Примечание:* 1 – Карантинная бухта, 2- Александровская бухта, 3 – район между Балаклавой и м. Фиолент





**Рис. 2.** Содержание различных типов лейкоцитов в крови ерша в бухтах Севастополя в 2008 г. А – палочкоядерные нейтрофилы; Б – моноциты; В – сегментоядерных нейтрофилы; Г – лимфоциты. *Примечание:* 1 – Карантинная бухта, 2 – Александровская бухта, 3 – Мартынова бухта



**Рис. 3.** Содержание различных типов лейкоцитов в крови ерша в бухтах Севастополя в 2009 г. А – палочкоядерные нейтрофилы; Б – моноциты; В – сегментоядерных нейтрофилы; Г – лимфоциты. *Примечание:* 1 – Карантинная бухта, 2- Александровская бухта, 3 – Мартынова бухта

При оформленных воспалительных процессах и различных интоксикациях (Моисеенко, 2000; Brozio & Litzbarski, 1977) наблюдается нейтрофилез (сдвиг в сторону увеличения доли палочкоядерных нейтрофилов) – включается адаптационный механизм, повышающий защитную функцию крови в условиях воздействия комплекса неблагоприятных факторов (Пескова, 2004). Нейтрофилы являются универсальной мишенью и индикаторами различных нарушений гомеостаза, обеспечивающих каскад защитно-приспособительных

реакций на клеточном, тканевом, органном, системном и организменном уровнях. В нашем исследовании обнаруженный феномен сегментоядерного нейтрофила свидетельствует об относительно благоприятных условиях среды.

Остальные показатели белой крови у рыб при разных видах стресса изменяются разнонаправленно: может отмечаться как лимфоцитоз (как в нашем исследовании), так и лимфоцитопения; как моноцитоз, так и моноцитопения; как эозинофилия, так и неизменное число эозинофилов (Пустовит, 2005; Gupta et al., 2006; Кейстер, 2007). Нейтропения и лимфоцитоз, выявленные нами у ершей при возрастании загрязнения, характерны для общей неспецифической реакции на стресс и наблюдаются при различных типах стрессовых воздействий как в экспериментальных условиях, так и при загрязнении природных водоемов (Pulsford, 1994; Пустовит, 2005; Заботкина и др., 2009; Калинин, Минеев, 2012). Наиболее чувствительны к загрязнению, по нашим данным, лимфоциты ершей, далее следуют сегментоядерные нейтрофилы.

Анализ лейкоцитарной формулы ершей позволяет заключить, что постоянное и наибольшее стрессовое воздействие испытывают рыбы, обитающие в загрязненных бухтах (Карантинной и Александровской), в то время как в условно чистых районах (между Балаклавой и Фиолентом и в Мартыновой бухте) ерши находятся в более благоприятных условиях. Это вполне согласуется с общим уровнем антропогенного загрязнения исследуемых районов. По степени загрязнения условно чистым является район между Балаклавой и Фиолентом, наиболее загрязнены Карантинная и Александровская бухты, Мартынова бухта занимает промежуточное положение (Ихтиофауна..., 1993; Симонов, Рябинин, 1996; Красновид, 2002).

Таким образом, лейкоцитарная формула морского ерша является весьма чувствительным биоиндикатором состояния окружающей среды.

### Список литературы

- Гаркави Л.Х., Квакуина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. М.: ИММЕДИС, 1998. 656 с.
- Гольдин В.М. Некоторые гематологические показатели рыб Камского водохранилища в связи с загрязнением промышленными стоками // Учёные записки Пермского университета. 1975. Вып. 338. С. 123–131.
- Горобец Е., Радченко В.Н. Формула крови как индикатор загрязнения окружающей среды // Экология: проблемы, решения-молодежное видение – Ecology: Problems, solutions-Youth vision – Севастополь, 2004. – Вып. 1. – С. 58–66.

- Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Назарова Е.А. Влияние ионов кадмия на некоторые морфофункциональные и иммунофизиологические показатели сеголеток речного окуня *Perca fluviatilis* (Perciformes, Percidae). Вопросы ихтиологии 2009 т. 49, 1, с. 117–124.
- Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.
- Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. – Киев: Наукова думка, 1993. – 144 с.
- Калинин Е.А., Минеев А.К. Особенности лейкоцитарной формулы обыкновенной уклей (*Alburnus alburnus* Linnaeus, 1758) из водоемов разного типа (на примере Саратовского водохранилища и малых рек республики Удмуртия). Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 5, с. 204–208.
- Кейстер И.А. Динамика показателей крови рыб как показатель состояния ихтиофауны Белого озера (Вологодская область). <http://www.jurnal.org/articles/2007/bio6.html>.
- Котов А.М. Сезонная динамика гематологических показателей у некоторых черноморских рыб и их изменение при экспериментальном отравлении нефтепродуктами // Гидробиологический журнал. 1976. Вып. 12. № 4. С. 63–68.
- Красновид И.И. Экологическое состояние внутренних морских вод Севастополя. В кн: Сборник научных работ специалистов санитарной эпидемиологической службы Севастополя. – Севастополь: НПП. «Экосистемы. Гидрофизика». – 2002. – с. 26–33.
- Метелев В.В. Токсичность и некоторые вопросы механизма действия пропанида на организм рыб // Труды ВНИИ ветеринарной санитарии. 1974. Вып. 50. С. 72–75.
- Моисеенко Т.И. Морфологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С.С. Шварца) // Экология. 2000. № 6. С. 463–472.
- Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 303
- Пескова Т.Ю. Адаптационные изменения земноводных в антропогенно загрязнённой среде: Дис... д-ра биол. наук. Тольятти. 2004. 284 с.
- Пустовит Н.С. Некоторые гематологические показатели молоди камчатской микижи // Вопросы ихтиологии. 2005. Т. 45 № 5. с. 680–688.
- Серпунин Г.Г. Ихтиогематологические исследования как элемент биологического мониторинга водоемов // Наземные и водные экосистемы Северной Европы: управление и охрана. Петрозаводск, 2003. С. 130–131.

- Серпунин Г.Г., Коробейникова Е.Г. Реакция системы крови карпа (*Cyprinus carpio* L.) на воздействие тяжелых металлов // 1 Конгр. ихтиологов России, Астрахань, сент., 1997: Тез.докл. с. 237–238.
- Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптации рыб: автореф. дис. доктор биол. наук: 03.00.10 Ихтиология / КГТУ; Г.Г. Серпунин. – Калининград, 2002. – 49 с.
- Симонов А.И., Рябинин А.И. Гидрометеорология и гидрохимия Черного и Азовского морей. – Севастополь. – 1996. – 412 с.
- Чуян Е.Н., Темурьянц Н.А. и др. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ. – Симферополь: ЧП Эльиньо, 2003. – 448 с.
- Шилова С.А., Шатуновский М.И. Эколого-физиологические критерии состояния популяций животных при действии повреждающих факторов. Экология, 2005. №1. С. 32 –39.
- Brozio F., Litzbarski H. Untersuchungen über physiologische und histologische Veränderungen am Karpfen nach Toxapheneinwirkung // Teil I. Z. Binnenfisch. DDR. 1977. Vol. 24. № 4. P.215– 26.
- Ellis A.E., The leucocytes of fish: A review: Journal of Fish Biology, 1977, vol. 11, p. 453–491.
- Gupta S.S., Kumar A, Srivastava J.P. Effect of chromium sulphate on haematological factors of the fish *Heteropneustis fossilis* Journal of Ecotoxicology & Environmental Monitoring [J. Ecotoxicol. Environ. Monitoring]. Jul 2006. Vol. 16, no. 4, pp. 363–370.
- Pulsford A.L., Lemaire-Gony S., Tomlinson M., Collingwood N., Glynn P.J., Effects of acute stress on the immune system of the dab, *Limanda limanda*. Comparative Biochemistry and Physiology, C [COMP. BIOCHEM. PHYSIOL., C], 1994, vol. 109 C, no. 2, pp. 129–139.
- Roche H., Boge G. Fish blood parameters as a potential tool for identification of stress caused by environmental factors and chemical intoxication: Marine Environmental Research, 1996, vol. 41, p. 27–43.
- Snieszko S.F. The effects of environmental stress on outbreaks infections diseases of fishes // J.Fish.Biol.-1974, 6, pp.197–208.
-

# **ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ИХТИОПЛАНКТОНА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ИХТИОФАУНЫ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ**

**М.М. Басова**

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,  
Севастополь, Россия, maribasova@yandex.ru*

Одной из важнейших задач ихтиологии является необходимость прогнозирования состояния популяций рыб и, в первую очередь, рекрутов годовичного класса. Основу этого прогноза составляют сведения о состоянии ихтиопланктона на всех этапах развития. Размножение и ранние стадии развития большинства видов черноморских рыб ограничены акваторией шельфа и именно здесь отмечаются наиболее разнообразный видовой состав и максимальная численность ихтиопланктона (Дехник, 1970, Дехник и др, 1970; Дехник, 1979). Таким образом, организация эффективного биологического мониторинга ихтиопланктона в шельфовых водах Черного моря позволяет оценить масштабы воспроизводства природных популяций рыб и экологическое состояние среды в целом.

Целью работы явился мониторинг численности ихтиопланктона побережья Крыма и Севастополя как показателя тенденции изменений ихтиофауны Черного моря в последние десятилетия.

## **Материалы и методы**

В работе использованы литературные данные с 1967 по 2013 г. и собственные данные, полученные в 2013 г. Изучение сезонной динамики видового состава и численности ихтиопланктона в различных по степени антропогенной нагрузки районах прибрежной акватории Севастополя проводили с января по декабрь 2013 г. Ихтиопланктон собирали с борта мотобота ихтиопланктонной сетью Богорова-Расса и сетью Джеди (вертикальные ловы – в слое от дна до поверхности, на мелководных станциях и в слое 0–20 м над глубиной свыше 20 м, горизонтальные – в поверхностном слое в течение 5-и минутной буксировки сети при скорости судна 1 узел).

## **Результаты и обсуждение**

Ихтиофауна Черного моря за последние 50 лет претерпела существенные изменения. Известно, что особенности гидрологического и гидрохимического режимов, динамика водных масс, уровни трофности района и антропогенного загрязнения определяют состояние

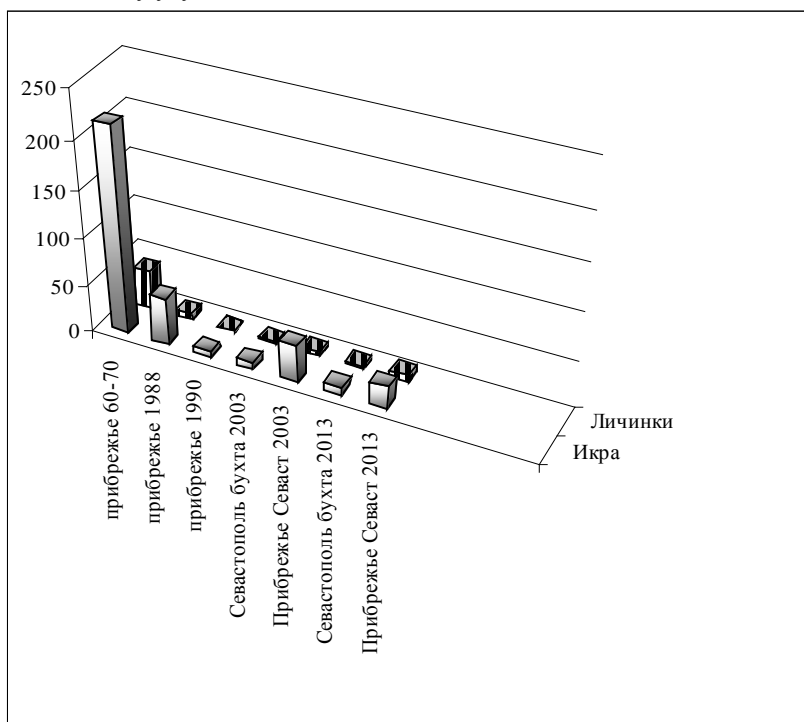
ихтиопланктонных сообществ в целом. В 60–70 годы XX столетия средняя многолетняя численность икринок в прибрежье Крыма составляла 216 экз./м<sup>2</sup>, личинок – 41 экз./м<sup>2</sup> (Рис.1). Нерациональный промысел массовых видов рыб и отлов неполовозрелых особей, привел к нарушению популяционной структуры рыб и катастрофическому снижению их численности, что отразилось и на численных показателях ихтиопланктона (Гордина и др., 2004). В 1988 г. максимальная концентрация икры у побережья Крыма летом снизилась до 44.8– 50 экз./м<sup>2</sup> и личинок – 7.1 экз./м<sup>2</sup>, в основном это была икра и личинки хамсы (Рис.1). Низкая концентрация ихтиопланктона в прибрежье и открытых водах Крыма оставалась и в последующие годы за счет явного уменьшения численности ранее доминирующих видов – хамсы, ставриды, султанки и морского карася (Гордина, Климова, 1996).

Помимо нерационального промысла вплоть до 90-х годов усиливалось дальнейшее загрязнение шельфа Черного моря (Polikarpov et al., 1991; Гордина, Климова, 1993). Это привело к резкому ухудшению условий для выживания икры и личинок рыб.

Дополнительным важным фактором могло быть изменение структуры ихтиопланктона в связи с появлением видов-вселенцев. Массовое развитие гребневика *Mnemiopsis leidyi* в 1989 г. значительно подорвало кормовую базу личинок рыб. Это сопровождалось резким падением численности ихтиопланктона (Рис.1) и изменением состава прибрежных ихтиоценов и структуры трофических цепей (Гордина и др., 2004; Климова и др., 2013). Средняя численность икры всех видов рыб в водах Крыма (у побережья и в глубоководных участках) уменьшилась в 3–6 раз, личинок в 2–4 раза. Постепенно в результате изменений в планктонном сообществе к 1992 г. произошло катастрофическое падение численности ихтиопланктона на 1–2 порядка по всему Черному морю (Архипов, 1992). С конца 80-х начала 90-х годов началось резкое снижение уловов хамсы и ставриды, а в 1989 г. было отмечено солидное уменьшение нерестовых запасов хамсы (Prodanov et al., 1991; Лисовенко и др., 1997; Gucu, 2002). В 1999 г. вселение гребневика *Beroe ovata* Mayer, который питается гребневиком *Mnemiopsis leidyi* и регулирует его численность, позволило измениться конкурентным отношениям и улучшило кормовую базу личинок. До вселения *Beroe ovata* Mayer с конца 80-х – начала 90-х годов и до 2001 г. в уловах встречались, в основном, личинки младших размерных групп на этапе желточного питания и в Севастопольской бухте численность личинок составляла 7 экз./м<sup>2</sup> (Гордина и др., 2004; Климова, 2010; Климова и др., 2013). Важно заметить, что особенности жизненного цикла гребневику, как например, отмеченное в 2008–2010 более раннее летнее развитие *Beroe ovata* Mayer в прибрежье Севастополя, существенно

повысило трофность побережья, что проявилось в большей доступности для личинок кормового зоопланктона и увеличении их размерно-весовых показателей (Аболмасова и др., 2012; Климова и др., 2013).

Следует учитывать, что с начала 90-х годов начал резко уменьшаться уровень загрязнения прибрежных зон в силу снижения интенсивности промышленных и сельскохозяйственных производств. Так, воды Севастопольской бухты в 2000–2001 гг. классифицировались как умеренно загрязненные, в то время как в 90-е годы являлись загрязненными (Павлова и др., 1999; Губанов и др., 2002). Отмеченные причины, вполне вероятно, являются главными, способствующими постепенному улучшению состояния ихтиопланктона.



**Рис.1** Динамика численности ихтиопланктона в прибрежье Крыма и Севастополя в разные годы (экз./м²). Условные обозначения: побережье 60–70 – Дехник, Павловская, 1979; побережье 1988 – Архипов, 1992; побережье 1990 – Гордина, Климова, 1996; Севастопольская бухта 2003 – Гордина и др., 2004; Прибрежье Севастополя 2003 – Гордина и др., 2004; Севастопольская бухта 2013 – наши данные; Прибрежье Севастополя 2013 – наши данные.



В последние годы в уловах все увеличивается процент видов рыб, характерных для чистых вод – зубана, морского карася, ласкиря. В то же время личинки промысловых видов рыб – хамсы, ставриды, султанки и морского карася), преобладавшие в 60-е годы в данных районах в 2012–2013 годах пока встречаются редко и только в единичных экземплярах (Басова, 2013).

Таким образом, в 2003 г. и в 2013 г.г. численность икры и личинок в прибрежье Севастополя оказалась сопоставима с таковыми в 1988 г. С другой стороны, отсутствие отдельных видов и катастрофическое снижение численности икры и личинок промысловых видов свидетельствует пока о неблагоприятном экологическом состоянии прибрежной среды. Литературные и полученные нами данные наглядно иллюстрируют необходимость мониторинга и охраны рыбных ресурсов прибрежных вод юго-западного шельфа Крыма как для оценки экологического благополучия среды, так и для выявления общих тенденций изменений в экосистемах Черного моря.

### Список литературы

- Дехник Т. В., Дука Л. А., Калинина Э. М. и др. Размножение и экология массовых рыб Чёрного моря на ранних стадиях онтогенеза. – К.: Наук. думка, 1970. – 211 с.
- Дехник Т.В. Распределение и численность пелагической икры и личинок// Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза. – Киев: Наук.думка, 1970. – С. 59–88.
- Дехник Т. В., Павловская Р.М. Динамика численности, выживания и элиминации икринок и личинок массовых рыб // Основы биологической продуктивности Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1979. – С. 272–279.
- Аболмасова Г.И., Финенко и др. Состояние желетелого макрозоопланктона в шельфовой зоне крымского побережья Черного моря в 2009–2011 гг. // Морський екологічний журнал. – 2012. –Т.XI, №3. – С.17–24.
- Архипов А.Г. Динамика численности летнерестующих рыб Черного моря в раннем онтогенезе: Автореф. дис...канд. биол. наук.- Москва, 1992. – 21 с.
- Басова М.М. Видовая структура ихтиопланктона прибрежья Севастополя в 2012 г. как показатель экологического состояния среды. Тезисы V Международной ихтиологической научно-практической конференции «Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии», 9–11 октября 2013 года, г. Тернополь, Украина, с. 24–27.
- Гордина А. Д., Климова Т. Н. Ихтиопланктон Севастопольских бухт / Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного

- воздействия – К.: Наук. думка, 1993. – С. 100–111.
- Гордина А.Д., Климова Т.Н. Современное состояние ихтиофауны Черного моря: Сб. науч. трудов / НАН Украины. Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, отв. ред. Коновалов С.М.-Севастополь, 1996. С. 74–94.
- Гордина А.Д., Салехова Л.П., Климова Т.Н. Видовой состав рыб как показатель современного состояния прибрежной экосистемы юго-западного шельфа Крыма. Морський екологічний журнал. – 2004. – Т.ІІІ, №2. – С.15–24.
- Губанов В.И., Стельмах Л.В., Клименко Н.П. Комплексные оценки качества вод Севастопольского взморья (Черное море) // Современное состояние гидрохимического режима вод Севастопольского взморья. Экология моря. 2002. Вып. 62. С. 76–80.
- Климова Т.Н. Ихтиопланктон в прибрежной акватории юго-западного Крыма в 2002–2008 гг. Морський екологічний журнал. – 2010. –Т.ІХ, №1. – С.39–52.
- Климова Т.Н., Вододович И.В., Доценко В.С., Аболмасова Г.И., Финенко Г.А., Дацык Н.А. Состояние ихтиопланктона Севастопольской бухты в 2002–2012 гг. Тезисы V Международной ихтиологической научно-практической конференции «Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии», 9–11 октября 2013 года, г. Тернополь, Украина, с. 134–137.
- Лисовенко Л.А., Андрианов Д.П., Булгакова У.В. Экология размножения черноморской хамсы *Engraulis encrasicolus ponticus*. 2. Количественные параметры нереста // Вопр. ихтиологии. – 1997. – 37, № 4. – С. 1–8.
- Павлова Е.В., Овсяный Е.И., Гордина А.Д., Романов А.С., Кемп Р.Б. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы Севастопольской бухты // Сб. Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу / Павлова Е.В., Шадрин Н.В. (ред.). Севастополь: Аквавита. 1999. С. 70–94.
- Gusi A.C. Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea / Estuarine, Coastal and Shelf Science, 2002. – 54. – P. 439–451.
- Polikarpov G. G., Zaitsev Yu. P. et al. Pollution of Black Sea (levels and sources) / Ecological problems and economical prospects: Proc. Black Sea Symp., Sept. 16–18, 1991: Turkey, Istanbul, 1991. – P. 15–42.
- Prodanov K., Moncheva S. et al. Resent ecosystem trends a long the Bulgarian Black Sea coast // Трудове на Института по океанология. – 2001–3. – С. 110–127.

# **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ СЕГОЛЕТОК ВОБЛЫ, ЛЕЩА И СУДАКА НА МОРСКИХ ПАСТБИЩАХ ЗАПАДНОЙ ПОЛОВИНЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 2012, 2013 ГГ.**

**Л.А. Белоголова**

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

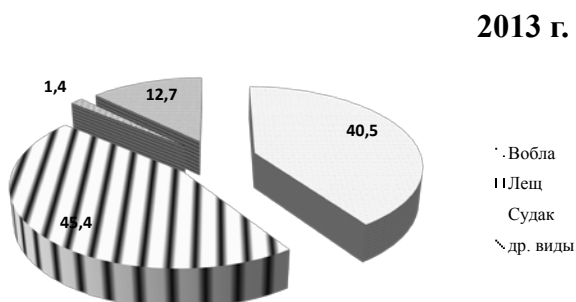
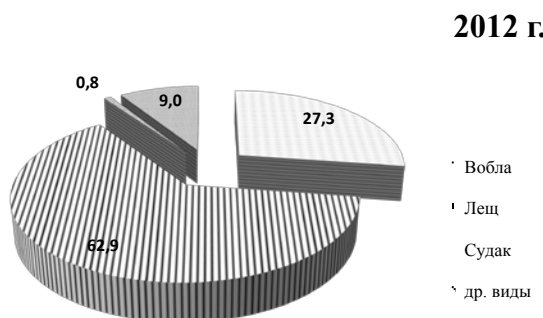
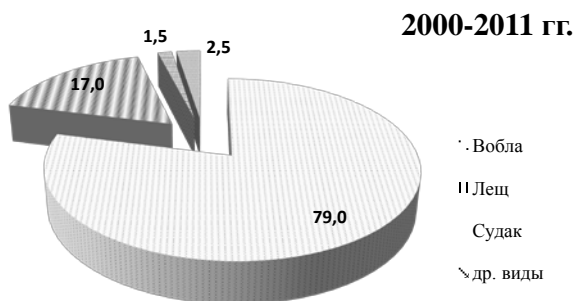
На протяжении всего периода зарегулированного стока Волги и увеличения антропогенного воздействия на экосистему Каспийского моря остается актуальным изучение морского периода жизни молоди воблы, леща и судака в процессе формирования численности их поколений. Морские исследования позволяют уточнять промысловые запасы и более точно прогнозировать объемы общих допустимых уловов этих видов рыб.

Численность поколений полупроходных рыб в 2012, 2013 гг. оценивалась по результатам осенней (сентябрь – октябрь) учетной съемки западной половины Северного Каспия с привлечением многолетних материалов по урожайности воблы, леща, судака и анализа параметров половодья реки Волги [1, 2]. Для построения карт распределения молоди применялся изолинейный способ картирования [3]. Абсолютным показателем урожайности сеголеток являлась их общая численность на морских пастбищах [4].

Сеголетки в уловах исследовательского трала в эти годы были представлены воблой, лещом, судаком, синцом, густерой и карасем. Доминировали лещ (45.4–62.9%%) и вобла (27.3–40.5%%). На долю судака приходилось 0.8–1.4%%, остальных видов – 9.0–12.7%%. По сравнению с 2000–2011 гг. первое место в уловах занимали сеголетки леща, доля сеголеток воблы снизилась в 2.0–2.9 раза (рис. 1).

Численность сеголеток воблы в Северном Каспии в исследуемые годы (2012, 2013 гг.) снизилась в 1.8 раза; леща и судака увеличилась в 1.5 и 2.4 раза соответственно по сравнению с периодом 2005–2011 гг. (табл. 1).

В 2012 г. объем половодья Волги (98 км<sup>3</sup>) был выше, чем в 2011 г., однако позднее затопление нерестилищ способствовало снижению количества молоди воблы на полях, что подтверждается и морскими исследованиями. По результатам учетной съемки численность сеголеток воблы в 2012 г. определена в количестве 7.0 млрд. экз. В 2013 г., несмотря на высокий объем половодья Волги (125 км<sup>3</sup>) и его продолжительность (85 суток), она осталась на уровне 2012 года, характеризуя это поколение как низкоурожайное.



**Рис. 1.** Видовой состав молоди полупроходных и речных рыб в Северном Каспии, %

**Таблица 1.**

Динамика численности сеголеток полупроходных рыб в западной половине Северного Каспия, млрд. экз.

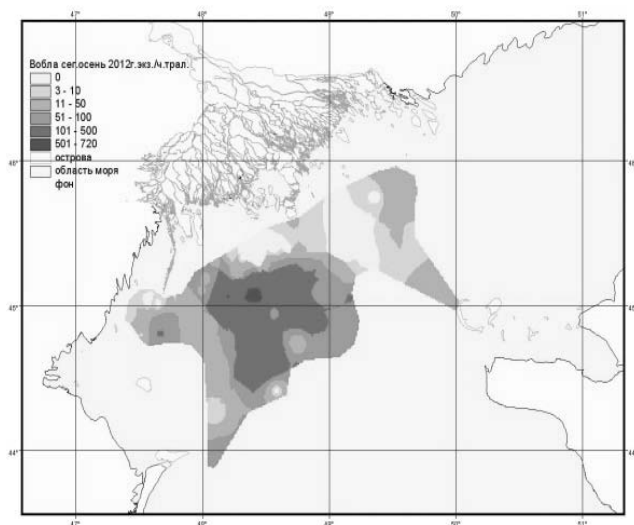
Годы	Вобла	Лещ	Судак	Сток весеннего половодья Волги, км <sup>3</sup>
2005–2011	12.7	8.6	0.022	99
2012	7.0	11.7	0.052	98
2013	7.0	12.9	0.054	125

В 2012–2013 гг. благоприятные условия размножения сложились к периоду нереста леща: были сформированы нерестилища и температурный режим был оптимальным. Урожайность сеголеток леща 11.7 и 12.9 млрд. экз. оказалась равной аналогичному показателю 2010–2011 гг. (11.0 млрд. экз.) и соответствовала величине среднеурожайных поколений.

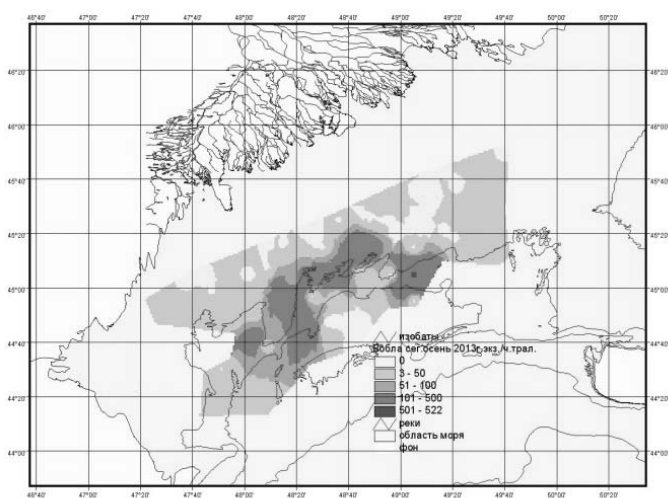
Численность молоди судака в море в исследуемые годы (0.052 и 0.54 млрд. экз.) остается низкой, хотя и превышает аналогичный показатель 2011 г. в 1.5 раза. Низкая урожайность воблы и судака на морских пастбищах обусловлена уменьшением запасов и производителей этих видов рыб в современный период.

Повышение объема стока Волги в 2012, 2013 гг. способствовало увеличению опресненных зон и расширению ареала нагула молоди полупроходных рыб, а температурный режим – более продолжительному периоду нагула на морских пастбищах. В то же время, кормовая база молоди по сравнению с 2011 г. несколько уменьшилась в основном за счет снижения соленолюбивых моллюсков морского комплекса.

Ареал нагула сеголеток воблы в 2012 г. составил 18.0 тыс. км<sup>2</sup> (в 2013 г. – 20 тыс. км<sup>2</sup>) и достигал глубины 18 м при солености воды у дна до 13.0‰. В 2012 г. наиболее плотное скопление (720 экз./час траления) наблюдалось северо-восточнее о. Малый Жемчужный, в 2013 г. (522 экз./час траления) – севернее банки Ракушечная Горбачек, где основным кормом для них являлись черви – нереис (рис. 2, а, б). Наибольшее количество сеголеток воблы нагуливалось на глубинах 3–6 метров при солености воды 6–13‰ и температуре 20–22 °С.



**а**



**б**

**Рис. 2.** Распределение сеголоток воблы в западной части Северного Каспия осенью в 2012 (а) 2013 (б) гг.

Длина сеголоток воблы в уловах колебалась от 30 до 85 мм. Доминировали рыбы размерами 45–80 мм. Средняя длина в 2012 г. составила 61.5 мм, масса – 5.3 г, в 2013 г соответственно – 60.0 мм и 5.1 г,

что выше 2011 г. и среднемноголетней величины периода 1996–2010 гг. (табл. 2).

**Таблица 2.**

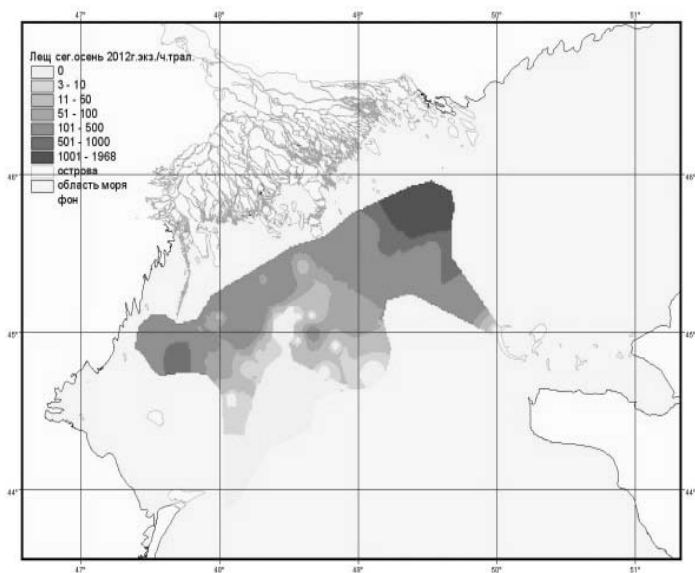
Средняя длина и масса сеголеток полупроходных рыб в западной части Северного Каспия

Вид	Показатели	Годы			
		1996–2010	2011	2012	2013
Вобла	Длина, см	58.6	55.0	61.5	60.0
	Масса, г	4.5	3.8	5.3	5.1
Лещ	Длина, см	61.9	61.0	56.0	56.0
	Масса, г	5.2	5.2	4.5	4.5
Судак	Длина, см	178.8	169.0	218.0	202.5
	Масса, г	101.2	104.6	152.4	141.8

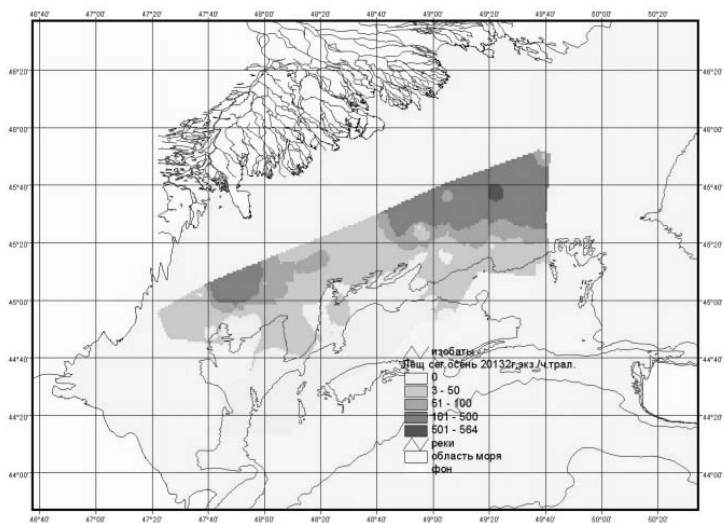
Ареал нагула сеголеток леща, равный 16 тыс. км<sup>2</sup> в основном занимал более мелководную (до 7.0 м) часть Северного Каспия. Высокие концентрации (до 2000 экз./час траления) в 2012 г. формировались в районе Хохлатского банка и на свале о. Укатный, в 2013 г. (более 500 экз./час траления) – на свале о. Укатный (рис. 3, а, б). Основная масса нагуливалась на глубинах 3.1–5.0 м в водах соленостью до 1.0‰ и 4.1–6.0‰, с диапазоном температур 19–21 °С. В питании сеголеток леща из кормовых организмов доминировали низшие ракообразные.

Размеры сеголеток леща составляли 35–90 мм, в уловах доминировали рыбы длиной 50–75 мм. Средняя длина (56.0 мм) и масса (4.5 г) оказались ниже уровня 2011 г. и средней величины 1996–2010 гг., что обусловлено увеличением их численности в море.

Сеголетки судака нагуливались отдельными локальными скоплениями. Их ареал, равный 10 тыс. км<sup>2</sup>, занимал акваторию моря от побережья Калмыкии до о. Укатный с глубинами до 7 м, где соленость у дна составляла 11‰. Максимальные скопления (12–18 экз./час траления) наблюдались западнее о. банка Часовая, южнее свала о. Чистая банка и западнее свала о. Укатный (рис. 4, а, б). Наибольшее количество сеголеток судака отмечалось на глубинах 4.1–6.0 м, где соленость воды составляла до 6.0‰, температура – 19–22 °С.



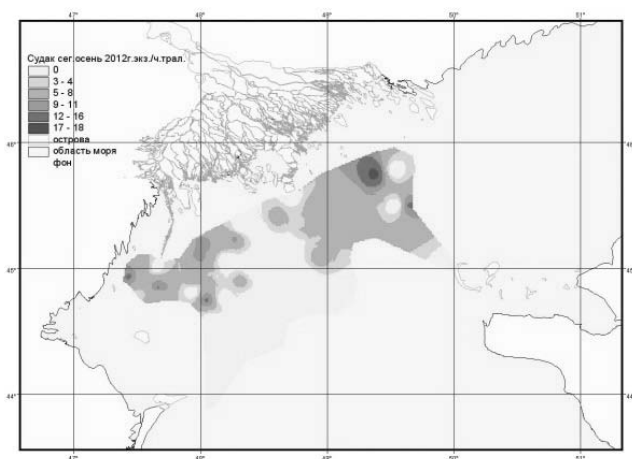
а



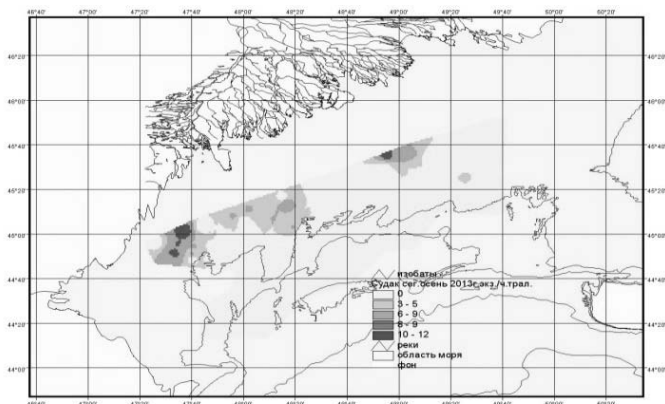
б

**Рис. 3.** Распределение сеголеток леща в западной части Северного Каспия осенью в 2012 (а) 2013 (б) гг.





**а**



**б**

**Рис. 4.** Распределение сеголеток судака в западной части Северного Каспия осенью 2012 г. (а) и 2013 г. (б)

Длина сеголеток судака варьировала от 166 до 250 мм. Средняя длина (218.0 мм и 202.5 мм) и масса (152.4 г и 141.8 г) были выше аналогичных показателей 2011 г. и среднемноголетних величин периода 1996–2010 гг.

Таким образом:

1. Численность сеголеток воблы (7.0 млрд. экз.) и судака (0.052 и 0.054 млрд. экз.) характеризует поколения 2012, 2013 гг. как низкоурожайные, леща (11.7 и 12.9 млрд. экз.) – как среднеурожайные. Низкая урожайность воблы и судака на морских пастбищах обусловлена снижением запасов и

численности производителей этих видов рыб в современный период.

2. В 2012 г. высокие концентрации сеголеток воблы формировались северо-восточнее о. Малый Жемчужный, леща – в районе Хохлатского банка и на свале о. Укатный; в 2013 г. – севернее банки Ракушечная Горбачек (вобла) и на свале о. Укатный (лещ). Наибольшее количество сеголеток воблы нагуливалось на глубинах 3–6 метров в водах соленостью 6–13‰; леща – в более опресненной (до 1.0‰ и 4.1–6.0‰) части моря с глубинами 3.1–5.0 м.

3. Наиболее плотные скопления сеголеток судака (12–18 экз./час траления) формировались в районах, прилегающих к о. Банка Часовая, о. Чистая банка и о. Укатный на глубинах 4.1–6.0 м при солености воды 6.0‰.

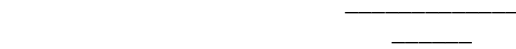
### Список литературы

Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – С. 351.

*Белоголова Л.А.* Численность и распределение сеголеток полупроходных рыб в западной половине Северного Каспия по результатам 2011 г. // Бассейн Волги в XXI веке: структура и функционирование экосистем: материалы докладов Всероссийской конференции Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Россия, Борок, 22–26 октября 2012 г. – С. 15–16.

*Строгонов А.А.* Методика построения карт распределения рыбы // Всесоюз. совещания осетрового хоз-ва внутр. водоемов СССР: тез. докл. – М., 1979. – С. 244–245.

*Кушнаренко А.И., Сидорова М.А., Белоголова Л.А.* Опыт оценки абсолютной численности рыб в Северном Каспии // Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб. – М.: ВНИРО, 1989. – С. 16–163.



## ДИНАМИКА БИОТИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА ПРОМЫСЛОВОГО ВОДОЕМА НА ПРИМЕРЕ ПСКОВСКО-ЧУДСКОГО ОЗЕРА

А.Е. Бобырев<sup>1</sup>, Е.А. Криксунов<sup>2</sup>, В.А. Бурменский<sup>2</sup>,  
А.Д. Шереметьев<sup>2</sup>, П.А. Мордвинцев<sup>2</sup>, М.М. Мельник<sup>3</sup>,  
Е.А. Афанасьев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН  
Москва, Россия, e-mail: abobyrev@mail.ru*

<sup>2</sup>*Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова  
Москва, Россия, e-mail: krikunov@mail.ru*

<sup>3</sup>*Псковское отделение ГосНИОРХ, Псков, Россия*

Псковско-Чудское озеро (58°40' с.ш., 27°29' в.д.) расположено на границе между Эстонией и Россией и относится к наиболее продуктивным внутренним водоемам северной Европы – годовая величина рыбопroduкции составляет порядка 25–34 кг/га, в отдельные годы до 42 кг/га (Ширкова, Пиху, 1966; Pihu, 1996). Общая площадь водоема составляет 3555 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 7.1 м, наибольшая глубина – 15.3 м (Nõges et al., 1996).

В составе ихтиофауны Псковско-Чудского озера насчитывается 36 видов рыб (Lammens et al., 2007), из которых 23 вида имеют промысловое значение (Nõges et al., 1996). В настоящее время вопросы управления промысловыми ресурсами Псковско-Чудского озера решаются в рамках Российско-Эстонской комиссии на основе одновидовых подходов к оценке запасов. Основным способом определения величины запасов при этом являются площадные оценки, рассчитываемые по результатам экспериментальных траловых съемок (Saat et al., 2010).

В последние десятилетия (начиная примерно с середины 1970-х гг.) экосистема Псковско-Чудского водоема претерпевает существенные изменения, связанные с эвтрофированием, изменениями соотношений органического азота и фосфора (Nõges et al., 2003), неуклонным сокращением обилия зоопланктона (Laugaste et al., 2007), понижением уровня (Jans et al., 2007) и ростом температуры воды. Общая трансформация экосистемы неизбежно затрагивает и рыбное население водоема, что актуализирует применение современных экосистемных подходов к анализу состояния как отдельных ресурсных популяций, так биотического сообщества в целом.

Анализ структуры и динамики биотического сообщества Псковско-Чудского озера осуществлен с помощью модели Ecopath/Ecosim (Christensen et al., 2000). Модель опирается на методологию балансового

подхода, основной постулат которого утверждает, что скорость формирования биологической продукции равна скорости ее утилизации внутри системы и, следовательно, исходит из предположения о равновесном состоянии системы. Для равновесной экосистемы, представленной  $i$  видами, связанными трофическими отношениями типа «потребитель-ресурс», баланс продукции и элиминации может быть описан системой однотипных уравнений вида

$$B_i \cdot (P/B_i) \cdot EE_i - EX_i = \sum [B_j \cdot (Q/B_j) \cdot DC_{ji}],$$

где  $B_i$  – биомасса вида  $i$ ,  $P/B_i$  – скорость продуцирования биомассы видом  $i$ ,  $EE_i$  – экотрофическая эффективность (доля продукции вида  $i$ , вовлекаемая в трофические цепи),  $EX_i$  – убыль биомассы, связанная с промыслом или эмиграцией,  $B_j$  – биомасса вида  $j$ , являющегося потребителем вида  $i$ ,  $Q/B_j$  – удельная скорость потребления вида  $j$ ,  $DC_{ji}$  – доля вида  $i$  в составе пищевого рациона вида  $j$ .

Трофическая структура сообщества, представленного  $n$  видами или трофическими группами, может быть описана за счет объединения в единую систему  $n$  уравнений. В трофические группы объединяются популяции гидробионтов, обладающие сходным положением в пищевой сети сообщества.

Предварительный этап разработки экосистемной модели Псковско-Чудского озера заключался в сборе, обобщении и анализе литературных и архивных данных о состоянии отдельных популяций гидробионтов. Основное внимание уделено анализу рыбной части сообщества, поскольку именно рыбные популяции формируют ресурсный потенциал водоема. Список анализируемых объектов составляет 9 видов: судак (*Sander lucioperca*), лещ (*Abramis brama*), ряпушка (*Coregonus albula*), сиг (*C. lavaretus maraenoides*), плотва (*Rutilus rutilus*), ерш (*Gymnocephalus cernuus*), окунь (*Perca fluviatilis*), налим (*Lota lota*) и щука (*Esox lucius*). Данные 9 видов формируют до 80 и более процентов ежегодного улова.

В качестве средства исследования состояния запасов и промысла рыб Псковско-Чудского озера использована модель ADAPT–VPA (Gavaris, 1988). Входными данными для этой модели служат временные ряды уловов, размерно-возрастной структуры промысловой популяции, оценки естественной смертности, темпов полового созревания, селективности орудий лова, а также индексы численности различных возрастных групп. Исходные данные, требующиеся для анализа, почерпнуты из литературных источников и архивных материалов Псковского отделения ГосНИОРХ.

Использование модели ADAPT–VPA позволяет реконструировать динамику общей биомассы запасов и промысловой смертности девяти рассматриваемых видов рыб. Как следует из результатов анализа,

большинство промысловых популяций рыб (ряпушка, окунь, плотва, ерш, налим, сиг) в современный период демонстрируют тенденцию к снижению биомассы. Запасы сига и ряпушки сократились в последние годы практически до нулевых значений. Биомасса популяции щуки остается более или менее постоянной, хотя и подвержена значительным колебаниям. И, наконец, запасы двух видов (леща и судака), начиная с 1980-х гг. значительно выросли. Особенно резкое (многократное) увеличение биомассы наблюдается в популяции судака. Анализ динамики пополнения этого вида указывает на то, что рост его биомассы связан с появлением ряда высокоурожайных возрастных классов.

Результаты анализа указывают на то, что промысел не является ведущим управляющим фактором популяционных изменений. Для каждого из рассматриваемых видов динамика промысловой смертности демонстрирует определенный тренд, однако в большинстве случаев изменения интенсивности промысла не настолько велики, чтобы вызвать наблюдаемые тенденции в динамике общей биомассы запасов. Только в отношении двух видов (окунь и плотва) можно утверждать, что снижение биомассы запасов отчасти вызвано ростом промысловой нагрузки на их популяции (Бобырев и др., 2013).

Полученные в ходе предпринятого анализа результаты обеспечивают демографические и популяционные данные, необходимые для адекватного представления рыбных популяций в рамках математического моделирования структуры и динамики биотического сообщества Псковско-Чудского озера. Балансовая трофическая модель экосистемы включает в себя описания 10-и промысловых видов рыб (9 упомянутых ранее + снеток *Osmerus eperlanus spirinchus*), а также 13-и трофических групп, представляющих нижние звенья трофической сети водоема. В популяции судака выделены две возрастные категории: молодь (объединяющая возрастные группы 0, 1 и 2) и взрослые рыбы (возрастные группы 3–15 лет). Такое разделение требуется для раздельного анализа промысловых воздействий на ювенильную и взрослую части популяции, а также для более адекватного представления в модели процессов воспроизводства судака. Считается (Saat et al., 2010), что одним из факторов, приведших к вспышке численности этого вида в водоеме, послужило ограничение на применение снюрреводов и увеличение размера ячеи промысловых орудий лова. Как следствие, промысловая нагрузка на ювенильную часть стада существенно снизилась, что, наряду с формированием благоприятных для размножения условий, обеспечило появление ряда высокоурожайных поколений. Дополнительным фактором, обеспечившим нарастание биомассы запаса, послужила эвтрофикация водоема, создавшая, за счет

снижения прозрачности воды, благоприятные условия как для выживания молоди судака, так и для нагула взрослых особей (Pihu, Kangur, 2001). Модель параметризована по данным, относящимся к середине 1980-х гг., т.е. к относительно стабильному периоду, предшествовавшему развитию современной экологической ситуации на водоеме. Результаты балансовых расчетов представлены в таблице 1.

**Таблица 1.**

Результаты реализации балансовой трофической модели сообщества гидробионтов Псковско-Чудского озера по состоянию на начало 1980-х годов.

Трофическая группа	Трофический уровень	Биомасса, т/км <sup>2</sup>	$P/B$ , год <sup>-1</sup>	$Q/B$ , год <sup>-1</sup>	$EE$
Щука	4.43	0.267	0.851	2.116	0.493
Судак (молодь)	4.03	0.084	0.800	5.881	0.533
Судак (взрослый)	4.37	0.200	0.839	2.925	0.138
Ерш	3.59	1.181	0.600	1.633	0.923
Снеток	3.46	1.421	2.237	6.000	0.896
Налим	4.26	0.113	1.018	2.112	0.594
Сиг	3.33	0.113	0.700	2.904	0.517
Ряпушка	3.35	0.619	1.500	1.950	0.909
Окунь	4.03	1.400	0.590	2.232	0.817
Плотва	4.00	1.294	0.535	1.883	0.585
Лещ	3.47	0.760	0.741	1.975	0.330
Хирономиды	2.57	2.270	8.800	38.000	0.188
Амфиподы	2.38	1.350	11.000	45.000	0.065
Олигохеты	2.64	1.720	6.310	25.000	0.252
Мелкие моллюски	2.50	2.890	1.770	11.000	0.111
Прочий бентос	2.40	1.970	3.100	22.000	0.184
Крупные моллюски	2.48	34.800	0.500	16.000	0.257
Коловратки	2.79	2.770	54.690	120.000	0.660
Кладоцеры	2.20	6.870	18.378	53.000	0.574
Копеподы	3.24	4.950	3.630	25.000	0.812
Макрофиты	1.00	4.000	2.000	0.000	0.554
Фитопланктон	1.00	31.654	64.450	0.000	0.354
Бактерии	2.00	27.000	152.000	247.600	0.145
Детрит	1.00	–	–	–	0.930

Результаты моделирования указывают на то, что условия 1980-х гг. вполне отвечают требованию сбалансированности сообщества: значения коэффициентов экотрофической эффективности ( $EE$ ) для всех трофических групп не превышают 1 – это означает, что формируемой в сообществе биологической продукции достаточно для удовлетворения

энергетических потребностей всех его членов и поддержания их биомассы на стабильном уровне. Более того, продукция ряда групп планктонных и бентосных организмов используется в пищевых цепях не полностью, что создает определенный ресурсный потенциал для наращивания биомассы их потребителей.

Исследование динамических режимов сообщества Псковско-Чудского водоема осуществлено на основе постановки сценарных модельных экспериментов, реализованных на модели Ecosim, представляющей собой динамический блок модели Ecopath (Walters et al., 1997; Christensen et al., 2000). Переход от статического моделирования к динамическому достигается за счет приведения системы уравнений модели Ecopath к дифференциальному виду:

$$\frac{dB_i}{dt} = \frac{(P/B)_i}{(Q/B)_i} \cdot \sum_j Q_{ji} - \sum_j Q_{ij} - (M_i + F_i) \cdot B_i,$$

где  $\sum_j Q_{ji}$  – суммарное потребление пищи видом (либо группой)  $i$ ,  $\sum_j Q_{ij}$  – выедание вида  $i$  всеми остальными потребителями, являющимися по отношению к нему хищниками,  $M_i$  – мгновенный коэффициент естественной смертности, обусловленной действием всех других (помимо хищничества) факторов,  $F_i$  – мгновенный коэффициент промысловой смертности вида  $i$ . При расчете темпов потребления ( $Q$ ) используется аналог трофической функции хищника, модифицирующий величину и структуру его удельного потребления в соответствии с изменениями относительного обилия кормовых объектов.

Преимуществом модели Ecosim является возможность поиска оптимальных стратегий рыболовства с учетом разветвленной сети трофических отношений между видами и неоднородной структуры промыслового усилия. Последняя задана в соответствии с имеющимися данными о составе и числе орудий лова, используемых на промысле. Общий вылов, таким образом, распределяется по структурным промысловым «субъединицам», представленным механизированными мутниками, сетковыми ризцами, частичковыми заколами, частичковыми сетями и всеми прочими орудиями лова (ставные и закидные невода, тралы и др.). В таблице 2 представлены результаты имитационных экспериментов, учитывающих проявление различных эффектов в динамике биотического сообщества. Во всех случаях предполагается, что меры регулирования промысла распространяются только на деятельность российских рыбодобывающих организаций – интенсивность эстонского промысла остается постоянной.

**Таблица 2.**

Коэффициенты промысловой смертности (в долях от равновесных значений, полученных в ходе исследования балансовой модели), оптимизирующие интенсивность эксплуатации рыбных запасов Псковско-Чудского озера.

Имитационный сценарий	Мех-мут-ники	Сетко-вые ризцы	Части-ковые заколы	Части-ковые сети	Прочие орудия	Общий вылов
Равновесное состояние сообщества (1980 г.)	0.70	0.20	0.35	4.45	0.39	1.38
Рост пополнения судака (оценки ADAPT-VPA)	0.63	0.20	0.52	2.51	0.36	1.39
Рост пополнения судака + эвтрофирование	0.63	1.41	0.89	0.91	0.90	1.03

Как видно из данных табл. 2, в условиях стабильного состояния экосистемы, характерного для конца 1970 – начала 1980-х гг., общий вылов мог быть увеличен в 1.38 раза за счет более интенсивного использования частичковых сетей и сокращения участия в промысле всех прочих орудий лова. Снижение промысловой нагрузки на рыб-планктофагов приводит в этом случае к возрастанию доли хищных видов рыб (щуки, судака, налима) в составе уловов.

Одной из характерных черт изменений рыбного населения Псковско-Чудского озера за последние десятилетия является стремительный рост популяции судака. В модели этот процесс может быть передан посредством задания величин пополнения, реконструированных в ходе реализации расчетной процедуры ADAPT-VPA. Как следует из результатов анализа, при возрастании биомассы запаса судака оптимальная стратегия рыболовства в целом меняется мало – максимальный вылов достигается при увеличении промыслового усилия частичковых сетей и сокращении промыслового усилия всех остальных орудий лова.

Существенно более выраженное воздействие на динамику биотического сообщества оказывают эффекты эвтрофирования, воспроизведенные в модели путем использования в качестве входных характеристик результатов регистрации обилия фитопланктона (Nöges et al., 2003). Примечательно, что на фоне этого воздействия, затрагивающего практически все звенья трофической сети водоема, любые меры, направленные на регулирование рыболовства, оказываются



малоэффективными (табл. 2). Более того, межгодовая вариабельность общего вылова значительно возрастает, что создает дополнительные трудности в планировании рыбопромысловой деятельности. Следует отметить также, что в ходе анализа процессов воспроизводства промысловых рыб Псковско-Чудского озера для большинства видов (за исключением судака) обнаружена положительная связь смертности молоди с общей концентрацией фосфора в воде. Существует мнение (Maemets, Timm, 1996), что основной причиной эвтрофирования является вынос большого количества фосфора с речным стоком. Одним из неблагоприятных эффектов, связанных с этим, может быть снижение концентрации кислорода вплоть до образования заморных зон, что, в свою очередь, может приводить к резкому ухудшению условий развития ранней молоди рыб.

### Список литературы

- Бобырев А.Е., Криксунов Е.А., Мурзов Н.Н., Данилов М.Б., Мельник М.М., Концевая Н.Я., Северин С.О., Тараканов В.В., 2013. Состояние запасов и современные тенденции в динамике популяций промысловых рыб Псковско-Чудского водоема // *Вопр. ихтиологии*. Т. 53. № 1. С. 44–56.
- Ширкова А.П., Пуху Э.Р., 1966. Рыбы Псковско-Чудского водоема и их промысловое значение / *Гидробиология и рыбное хозяйство Псковско-Чудского озера*. Таллин: Валгус. С. 119–127.
- Christensen V., Walters C.J., Pauly D., 2000. *Ecopath with Ecosim: a User's Guide*. Vancouver: Univ. British Columbia. 130 p.
- Gavaris S., 1988. An adaptive framework for the estimation of population size // *Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee (CAFSAC) Research. Doc. 88/29*. 12 pp.
- Jans L., Kangur K., Melnik M., Borisov V., 2007. Water level fluctuation and developments in aquatic vegetation / M. van Eerden, H. Bos, L. van Hulst (eds). *In the mirror of a lake. Peipsi and IJsselmeer for mutual reference*. Lelystad: Rijkswaterstaat. P. 183–193.
- Lammens E., Kangur A., Kangur P., Melnik M., 2007. Fish stock and fishery / M. van Eerden, H. Bos, L. van Hulst (eds). *In the mirror of a lake. Peipsi and IJsselmeer for mutual reference*. Lelystad: Rijkswaterstaat. P. 113–121.
- Laugaste R., Haberman J., Krause T., Salujõe J., 2007. Significant changes in phyto- and zooplankton in L. Peipsi in recent years: what is the underlying reason? // *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* V. 56. № 2. P. 106–123.
- Maemets A., Timm M., 1996. *Zooplankton of Lake Peipsi-Pihkva in 1909–1987 / Biology of Lake Peipsi*. Kluwer Academic Publishers. P. 105–112.
- Nõges T., Haberman J., Jaani A., Laugaste R., Lökk S., Mäemets A., Nõges P., Pihu E., Starast H., Timm T., Virro T., 1996. *General description of Lake*

- Peipsi-Pihkva // *Hydrobiologia*. V. 338. P. 1–9.
- Nõges T., Laugaste R., Loigu E., Nedogarko I., Skakalski B., Nõges P.*, 2003. Is the destabilization of Lake Peipsi ecosystem caused by increased phosphorus loading or decreased nitrogen loading? // *Diffuse Pollution Conference*. Dublin. P. 8–18–7.
- Pihu E.*, 1996. Fishes, their biology and fisheries management in Lake Peipsi // *Hydrobiologia*. V. 338. P. 163–172.
- Pihu E., Kangur K.*, 2001. Fishes and fisheries management / E. Pihu, J. Haberman (eds) *Lake Peipsi. Flora and Fauna*. Tartu: Sulemees Publ. P. 100–111.
- Saat T., Vaino V., Afanasiev E., Koncevaya N.* 2010. Effects of fisheries management on fish community of Lake Peipsi-Pihkva // *Peipsi Vesikonna. Kalad Ja Kalandus* / Ed. Saat T. Tartu: Keskkonnainvesteeringute Keskus. P. 58–69.
- Walters C., Christensen V., Pauly D.*, 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments // *Rev. Fish Biol. Fish.* V. 7. P. 139–172.
- 
-

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСОВ СИГОВЫХ РЫБ НИЖНЕЙ ОБИ

**В.Д. Богданов**

*Институт экологии растений и животных УрО РАН  
Екатеринбург, Россия,  
bogdanov@ipae.uran.ru*

С 90-х годов прошлого века и по настоящее время ихтиофауна обского бассейна претерпела заметные структурные изменения. Осетровых и сиговых существенно поубавилось, зато увеличили численность популяции карповых и щуки за счет экспансии на север нижней Оби (Экология рыб..., 2006). Из сиговых наиболее быстрыми темпами снижают численность крупные (ликвидные) виды – муксун и чир. Влияет на эти процессы в первую очередь чрезмерный промысел, в меньшей степени загрязнение и разрушение среды обитания. Кроме того, случаются «фенологические сбои», приводящие к повышенной гибели икры или покатных личинок – смещаются сроки нерестового хода и вылупления личинок. После нереста и ледостава на некоторых заполярных реках наблюдался осенний ледоход, приводящий к сносу отложенной икры сиговых рыб вместе с шугой за пределы нерестилищ. Раннее и сильное весеннее потепление приводит к преждевременному вылуплению личинок, которые гибнут от голода. Наиболее часто происходило это явление в последнее десятилетие. До начала 90-х годов XX века примерно раз в пять лет повторялись заморы на уральских нерестовых реках (рр. Сыня, Харбей, Лонготъеган). В последствии влияние заморозов на смертность икры снизилась. Выявленные факты свидетельствуют о влиянии глобальных изменений климата на существование пресноводных рыб, относящихся к арктическому фаунистическому комплексу.

В уральских нерестовых притоках Нижней Оби в нерестовых стадах сиговых рыб практически все производители – впервые нерестящиеся рыбы с нормально функционирующими половыми железами. (Богданов, 2011; Решетников, Богданов, 2011). Низкая численность «остатка» является следствием сильного влияния промысла. Однако на местах нагула в низовье Оби у отдельных особей (наиболее часто у муксуна) встречаются отклонения гаметогенеза (А.Г. Селюков, 2010).

В 2013 г. продолжены учеты численности покатных личинок на основных нерестовых притоках нижней Оби – Северной Сосьве, Сыне, Войкар и Соби. Численность личинок пеляди и сига-пыжьяна была

рекордно низкой на всех притоках (табл. 1). Численность личинок чира была нормальной только в р. Войкар. Продолжается очередная депрессия численности генерации пеляди, размножающейся в уральских притоках Оби. Сравнивая среднюю численность генераций в 80-х, 90-х и 2000-х годах, можно видеть продолжение общего спада численности популяций пеляди, сига-пыжьяна и чира (табл. 2), связанного главным образом с низкой численностью отнерестившихся производителей. Общая средняя численность генераций сиговых рыб Оби (без ряпушки из р. Щучья) за последние три года не превышает 1 млрд. личинок. Численность личинок тугуна на всех реках снизилась, но это снижение незначительное и в пределах многолетней амплитуды.

**Таблица 1.**

Средняя численность покатных личинок сиговых рыб в отдельных нерестовых реках нижней Оби (1981–2012/2013 гг.), млн. экз.

Река	Пелядь	Чир	Сиг-пыжьян	Тугун
Северная Сосьва	1735.9 / 6.2	76.1 / 1.6	5.57 / 0	56.1 / 23.2
Сыня	558.2 / 5.5	36.8 / 0.3	77.1 / 4.0	3.3 / 0.1
Войкар	163.8 / 2.3	52.8 / 41.1	25.7 / 4.6	2.3 / 2.4
Собь	0.9 / 0.1	19.3 / 4.6	3.1 / 1.9	1.9 / 0

**Таблица 2.**

Изменение средней численности генераций сиговых рыб нижней Оби, млн. экз.

Годы	Пелядь	Сиг-пыжьян	Чир	Тугун
1981–1989	4966.2	191.1	330.8	40.5
1990–1999	1643.5	95.2	176.6	65.6
2000–2010	1425.6	67.2	60.3	66.7
2011–2012	797.9	51.0	71.5	46.0
2013	14.9	10.5	47.6	25.7

Необходимо срочно разработать адекватные меры по охране нерестовых стад, мест нереста и зимовок, ограничению промысла. До сих пор на нерестовых притоках нижней Оби, в Обской и Тазовской губах нет охраняемых территорий, обеспечивающих сохранность экосистем. Охрана нерестовых стад крайне проблематична из-за ограниченного контингента рыбоохраны в Приуральском, Шурьшкарском и Березовском районах ЯНАО и ХМАО. Эффективность охраны (пограничная служба) зимующих в губах рыб крайне низкая.

Для восстановления популяций сиговых рыб в промысловых количествах необходимо также увеличить масштабы искусственного воспроизводства на основе созданных маточных стад. К сожалению, на территории ЯНАО пока не заработал рыбозавод в п. Харп. Есть надежда, что он поспособствует возрождению популяций сиговых не только Оби, но и Полярного Урала, Ямала.

Необходимо создать специализированные (для искусственного воспроизводства, а не для рыбоводства) маточные стада муксуна, нельмы, чира и пеляди на имеющихся и вновь построенных рыбозаводах. Можно использовать построенные (но не работающие!) в г. Ханты-Мансийск и пос. Самбург рыбоводные помещения. За последние 30 лет долговременные маточные стада в Западной Сибири и на Урале не созданы, несмотря на усилия. К сожалению, маточные стада смогут играть существенную роль в восстановлении численности сиговых Оби не скоро, так как на их создание потребуется много времени.

Необходимо полностью исключить использование икры речных сигов для рыбоводства, так как, прежде всего, следует сосредоточить усилия на восстановлении нормальной численности сиговых рыб в Оби. В 2013 г из-за низкой численности сиговых рыб все рыбозаводы Западной Сибири и Урала смогли проинкубировать лишь около 20% от обычного количества закладываемой в аппараты икры.

Суммарная мощность существующих в УрФО заводов составляет около 2 млрд. икры, но заготовить икру сиговых рыб для инкубации в таком количестве в настоящее время невозможно. На существующих заводах необходима модернизация или строительство цехов по подращиванию молоди.

В ЯНАО нужно построить два плавучих рыбозавода по искусственному воспроизводству сиговых рыб для компенсации ущерба, нанесенного при обустройстве и эксплуатации месторождений углеводородного сырья, которые обеспечат инкубацию икры, используя воду р. Щучья и р. Худосей. Выпуск в естественные водоемы личинок неэффективен, поэтому для подращивания молоди нужно поставить линии открытых бассейнов в устье Оби (г. Лабытнанги) и Таза (п. Тазовский). По мере подращивания осуществлять ступенчатый выпуск молоди. Последний выпуск – в конце августа.

Осуществляя искусственное воспроизводство нужно понимать, что оно никогда не заменит естественное, которое при нормальных условиях среды должно быть главным.

Снижение ресурсов сиговых рыб Оби, как теперь выясняется, не самое большое зло. В связи с началом реализации проекта морского порта СПГ «Сабетта» на Ямале и проектов по переливу нефти в морские

танкеры в районе Мыса Каменного – мыса Трехбугорного возникает угроза существованию полупроходных рыб Обского бассейна. По искусственным каналам, необходимым для прохода крупных танкеров и ледоколов в порт Сабетта и далее до мыса Каменный и устья Тазовской губы, могут проникать далеко на юг морские воды, которые сдерживаются в настоящее время двумя барами. В конце зимнего периода в Обской губе формируется ограниченная зона жизни для рыб, находящаяся как раз в районе впадения Тазовской губы в Обскую. Южная граница этой зоны определяется заморными водами Оби. Общая длина «зоны жизни» – около 100 км. Смыкание (благодаря каналам) морских и заморных вод обеспечит тотальную гибель рыб, зимующих в Обской губе. Уничтожение популяций ценных видов рыб может произойти за один сезон. Компенсация ущерба при уничтожении экосистемы Обской губы становится невозможной.

Для сохранения естественного воспроизводства и условий зимовки сиговых рыб нижней Оби необходимо:

а) создать ООПТ в нерестовых реках (Сыня, Войкар, Щучья, Худосей, устьевая часть Тазовской губы);

б) обеспечить тотальную охрану нерестовых стад. (В 2014 и 2015 гг. будет повышенная численность нерестовых стад пеляди и сига-пыжьяна Оби и это последний шанс к быстрому их восстановлению. Необходимо создать усиленные мобильные кордоны в районах нерестилищ, патрулирование вертолетом и минисамолетами. Информировать жителей поселков вблизи Полярного и Приполярного Урала о последствиях браконьерства на нерестилищах – неизбежный штраф, арест вездеходной техники, уголовное преследование).

в) не промывать прорезь-канал для прохода танкеров класса Arc7 и ледоколов в районе южного бара, который находится чуть севернее устья Тазовской губы. Обеспечить транспорт нефти морскими танкерами с осадкой не более 9 м.

г) все действия по переливу нефти осуществлять в Обской губе не южнее мыса Трехбугорного.

При должном внимании к охране и при сохраненной экосистеме сиговые рыбы имеют шанс для восстановления. Можно привести примеры:

1) к концу 60-х годов из-за тралового лов в Обской губе был допущен перелов (сейчас численность сиговых рыб много меньше, чем в тот период). После объявленного запрета промысла в Обской губе к началу 80-х годов улов сиговых Оби составил 14 тыс. т. – близкая к рекордной величина);

2) к 1995 году муксун р. Мордыяхи (Ямал) был практически

уничтожен. Последовал запрет промысла и включение популяции муксуна р. Мордыха в Красную книгу. Кроме того, был наведен порядок на Бованенковском ГКМ – браконьерство резко снизилось. К 2013 г численность муксуна восстановилась до уровня начала 90-х годов. При таких темпах восстановления в следующей Красной книге ЯНАО уже не будет муксуна р. Мордыхи.

Таким образом, создание условий для естественного воспроизводства (максимальный пропуск производителей на нерестилища), при сохранении экосистем нерестилищ и мест зимовок в Обской и Тазовской губах, позволит за 10–12 лет добиться восстановления высокой численности пеляди и сига-пыжьяна. Это реальный путь быстро получить положительный результат. Для восстановления численности чира и муксуна, кроме того, необходимо искусственное воспроизводство (времени потребуется больше – 15 и 30 лет соответственно для указанных видов) и запрет промысла.

В настоящее время компенсация ущерба водным биоресурсам нижней и средней Оби становится проблематичной из-за отсутствия необходимого количества молоди ценных видов рыб (подрощенной молоди сиговых рыб не выпускается вообще). Помимо выпуска молоди компенсацию водным биоресурсам можно выполнить мелиоративными работами (например, устранение завала леса на нерестовой реке Покальке, вылов ерша на р. Сось) и созданием маточных стад.

Восстановление высокой численности сиговых рыб нижней Оби возможно только при сохранении экосистем уральских нерестовых притоков и средней части Обской губы. В настоящее время они обеспечивают нормальное воспроизводство сиговых рыб Оби. К сожалению, в 2014 г. вновь стали говорить о необходимости строительства железной дороги вдоль восточного склона Приполярного и Полярного Урала (III международная конференция «ЯМАЛ–НЕФТЕГАЗ», Салехард), что может существенно нарушить экосистемы нерестовых рек.

Для оперативного контроля воспроизводства сиговых рыб необходимо ежегодно давать оценку состояния естественного размножения. Это позволит четко видеть результат и объективно оценивать всю деятельность по восстановлению сиговых Оби.

Работа выполнена при поддержке Программ Президиума РАН (проекты 12-П-4–10-43, 12-4-3–012-АРКТИКА).

### **Список литературы**

*Богданов В.Д.* Современное состояние ресурсов сиговых рыб Нижней Оби // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов: материалы докладов I Всероссийской конференции с международным

- участием (Борок, 12–16 сентября 2011 г.). – М.: АКВАРОС, 2011. С. 60–67.
- Селюков А.Г.* Изменение морфофункциональных параметров рыб Обь-Иртышского бассейна в условиях возрастающего антропогенного влияния. Автореферат дис. на соиск. уч. ст. доктора биол. наук, М.: 2010
- Решетников Ю.С., Богданов В.Д.* Особенности воспроизводства сиговых рыб // Вопросы ихтиологии, 2011. Т. 51, № 4. С. 502–525.
- Экология рыб Обского бассейна. Под науч. ред. Д.С. Павлова, А.Д. Мочака; РАН, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Тобол. биол. станция. М.: КМК, 2006. 596 с.
- 
-



# СТРУКТУРА МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ ВЫЛОВА СНЕТКА ОЗЕРА ИЛЬМЕНЬ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

**В.Д. Бойцов**

*Новгородская лаборатория ГосНИОРХ*

*vboitsovd@mail.ru*

## **Введение**

Снеток (*Osmerus eperlanus eperlanus morpha spirinchus*) – один из промысловых видов рыб оз. Ильмень. Он относится к группе арктического фаунистического комплекса, т. е. является холодноводным представителем ихтиофауны и имеет короткий жизненный цикл, не превышающий 3–4 лет. Снеток оз. Ильмень на Северо-Западе России обитает вблизи южной границы ареала вида. Поэтому на межгодовую динамику его запаса и уловов значительное влияние оказывают абиотические условия (Кудерский, 2011).

Наиболее репрезентативными данными по оценке запасов промысловых популяций рыб является те, которые получены в результате проведения инструментальных учетных съемок на акватории их обитания. Однако для многих водоемов такие сведения отсутствуют. В этом случае данные годового вылова рыбы могут служить косвенным критерием колебаний биомассы стада (Никольский, 1974; Мониторинг численности (биомассы) рыб..., 1990).

У многих рыб во внутренней структуре многолетних колебаний численности и биомассы присутствуют циклические составляющие, связанные с долгопериодными и меньшей длительности изменениями теплового состояния среды их обитания и других абиотических характеристик. Эти факторы через изменения условий воспроизводства и обеспеченности пищей оказывают влияние на динамику линейно-весовых параметров популяций и выживание поколений (Никольский, 1974).

Ранее было предпринято ряд попыток установить степень влияния температуры воды оз. Ильмень на колебания вылова снетка (Асанова, Никитина, 2011; Кудерский, Иванов, 2011). В этих работах связь между этими параметрами удалось установить лишь в качественной форме. Основной целью настоящей работы – сравнение структуры межгодовых колебаний вылова снетка оз. Ильмень и температуры его воды, чтобы получить количественные оценки степени ее влияния на динамику промысла.

## **Материалы и методы**

В данной работе для анализа закономерностей межгодовых колебаний

вылова снетка оз. Ильмень использовались данные промысловой статистики за 1946–2012 гг. Из абиотических факторов только наблюдения за температурой воды этого водоема имеют такой же по длительности ряд наблюдений. Этот параметр пресноводных водоемов является одним из наиболее важных экологических факторов для их обитателей. Температура определяет сроки начала и интенсивность продуцирования первичного органического вещества, скорость обменных процессов и созревания половых продуктов у организмов и другие биолого-физиологические особенности гидробионтов (Одум 1986).

Кроме среднемесячной температуры воды оз. Ильмень за май – октябрь (период отсутствия льда на озере) с 1945 по 2012 г. использовались также ее значения, осреднение за различные месяцы и временные сдвиги от одного до трех лет, так как на промысловый запас снетка значительное влияние оказывает его пополнение (Бойцов, 2014). Все ряды данных, которые использовались в настоящей работе, были проверены на вид их статистического распределения и если оно отличалось от нормального, то выполнялось преобразование таких данных их логарифмированием для приведения к распределению, близкому к нормальному.

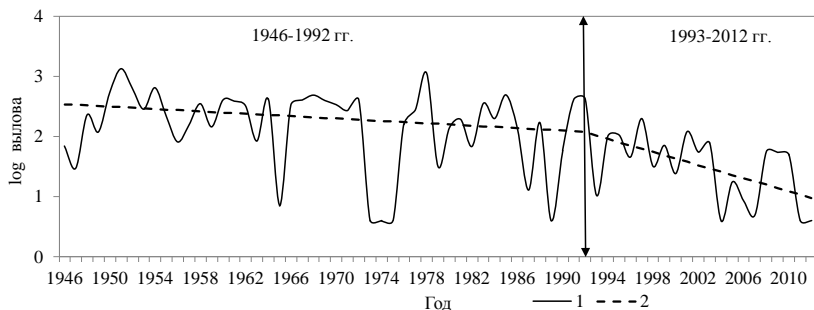
Расчеты статистических характеристик, коэффициентов корреляции были выполнены с помощью приложения Excel и программы Statistica 6.0. Для выявления спектрального состава колебаний рядов использовались пакеты прикладных программ Призма (Методические рекомендации по использованию..., 1997) и AutoSignal v1.6.

## Результаты

Анализ межгодовых колебаний вылова снетка оз. Ильмень по данным за 1946–2012 гг. показал наличие в них линейного тренда, который вносил около 24% в изменчивость этого показателя. Однако до 1992 г. он был статистически не значим (коэффициент детерминации  $R^2 = 0.02$ ). В этот период на фоне короткопериодной межгодовой изменчивости не отмечалось достаточно продолжительного снижения и увеличения вылова снетка (рис. 1). Исключением являются 1973–1975 гг., когда по данным промысловой статистики уловы рыбы отсутствовали, что вызывает сомнение, поскольку в 1972 г. было добыто 410 т, а в 1976 г. – 160 т снетка. Вероятно, в 1973–1975 гг. не было промысла по каким-либо причинам. Рекордное количество рыбы за весь рассматриваемый период было выловлено в 1951 г. (около 1350 т). В 1978 г. вылов снетка лишь на 220 т оказался меньше рекордного. Его средняя величина по данным за 1946–1992 гг. составила 286 т.

После 1992 г. наметилась устойчивая тенденция к уменьшению

годового вылова сетка в оз. Ильмень (см. рис. 1). Средний улов в 1993–2012 гг. уменьшился до 53 т, а после 1997 г. – до 39 т. Следовательно, с 1946 по 2012 гг. в многолетних колебаниях вылова рыбы можно выделить два периода, отличающихся по режиму его долгопериодной изменчивости. С 1946 по 1992 г. существовал относительно стабильно высокий уровень вылова, а также в его динамике отсутствовала статистически значимая тенденция. С 1993 по 2012 г. в изменчивости вылова сетка имел место нисходящий тренд ( $R^2 = 0.33$ ), а его средняя величина была более чем в 6 раз меньше, чем в 1946–1992 гг.



**Рис. 1.** Межгодовые колебания вылова сетка в оз. Ильмень в 1946–2012 гг. в логарифмическом формате (1) и линейный тренд (2) по данным 1946–1992 гг. (слева от вертикальной линии) и 1993–2012 гг. (справа от вертикальной линии).

В многолетних колебаниях температуры воды оз. Ильмень в весенне-летний период (май–август) также присутствует линейный тренд, который определяет около 19% изменчивости исходных данных. Однако в отличие от динамики вылова сетка он имеет восходящий вид. На рисунке 2 представлена кумулятивная кривая аномалий средней температуры воды оз. Ильмень за 1945–2012 гг. По особенностям ее структуры можно выделить временные диапазоны с однонаправленными изменениями теплового состояния водных масс.

С 1945 по 1958 г. температура воды чаще была ниже среднеемноголетнего уровня, поэтому при последовательном суммировании ее аномалий кривая на этом участке имеет отрицательный тренд (см. рис. 2). Средняя температура воды в мае – августе в это период составила 16.0 °С, что на 0.8 °С ниже среднеемноголетнего уровня.

С 1959 по 1993 г. колебания температуры воды оз. Ильмень относительно стабилизировались, на фоне которых визуально можно выделить 14–15-летний цикл (см. рис. 2). В этот период средняя температура составила 17.0 °С, что только на 0.1 °С выше средней за все

время наблюдений. Как было отмечено выше, с 1993 г. вылов снетка в озере стал уменьшаться.

В течение последующих 6 лет до 2000 г. наступил период кратковременного похолодания водных масс оз. Ильмень (см. рис. 2). В этот временной диапазон пониженного теплозапаса вод в 1994 и 1995 гг. вылов снетка превысил 100 т, а в 1997 г. составил 200 т. С 2000 по 2012 г. средняя температура мая-августа не опускалась ниже среднемноголетнего уровня, в среднем на 1.2 °С превысив его. По данным наблюдений с 1945 г. она достигла исторического максимума в 2010 г., когда ее аномалия в мае – августе составила 3.3 °С.



**Рис. 2.** Межгодовые изменения кумулятивных аномалий температуры воды оз. Ильмень в 1945–2012 гг. *Примечание:* пунктирная стрелка — тренд интегральных аномалий на отдельных участках временной шкалы.

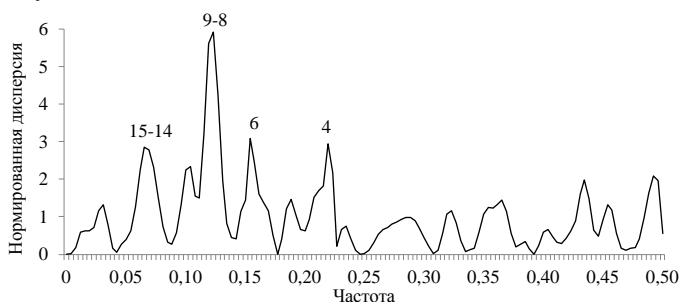
Выполненный анализ структурных особенностей в изменчивости вылова снетка оз. Ильмень в 1946–2012 гг. и его средней температуры воды в мае – августе показал, что теплосодержание водных масс может быть одним из основных фактор смены режима долгопериодных колебаний промышленного показателя.

Для оценки сопряженности синхронной изменчивости вылова снетка и температуры воды оз. Ильмень в весенне-летний период 1946–2012 гг. был рассчитан коэффициент корреляции, который оказался статически незначим ( $r = -0.23$ ). Как известно, ежегодно запас рыб состоит из его остатка после промысла прошлого года и пополнения. У снетка оз. Ильмень существует достаточно высокая статистическая связь ( $r = 0.83$ ) между его выловом и молодь в возрасте 0+ (Бойцов, 2014). Поэтому был выполнен поиск более высокой сопряженности между выловом и температурой воды со сдвигом последнего параметра на несколько лет назад, когда появляются поколения рыбы, которые достигнув половой

зрелости, пополняют промысловый запас. Наибольший коэффициент корреляции был получен между выловом снетка и средней температурой в июне – августе, осредненной за 1 и 2 года до его вылова ( $r = -0.61$ ).

Исследования изменчивости промыслово-биологических параметров с той или иной характеристикой абиотической среды гидробионтов показали, что высокая сопряженность между ними существует тогда, когда спектральный состав их колебаний достаточно близок. Кроме того, основные компоненты частотной структуры должны иметь высокую фазовую когерентность в течение всего рассматриваемого периода. Однако это бывает достаточно редко, поскольку на изучаемое явление оказывают воздействие несколько факторов, имеющих разную силу влияния в том или ином диапазоне частот. Поэтому внутренняя структура динамики исследуемого явления, формируется в результате суперпозиции ее отдельных более простых составляющих, каждая из которых может генерироваться под влиянием определенного фактора или группы факторов.

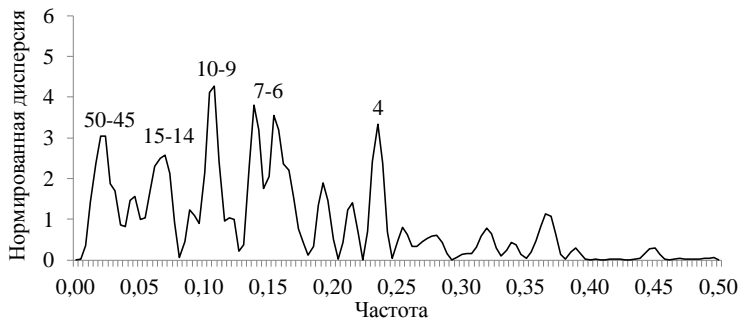
После элиминации трендов из исходных выборок вылова снетка и средней температуры воды оз. Ильмень в июне – август за 1 и 2 года до промысла был выполнен спектральный анализ их данных без тенденций. Он показал наличие в динамике вылова рыбы нескольких циклических составляющих, вклад которых в общую дисперсию колебаний является статистически значимым. Наибольшую спектральную энергию имеет компонента с периодом 9–8 лет, а вклад 15–14 и 6-летних ритмов примерно одинаков. Значимым является также цикл около 4 лет (рис. 3). Спектральная энергия колебаний меньшей длительности близка к уровню «белого шума».



**Рис. 3.** Спектр колебаний вылова снетка оз. Ильмень по данным за 1946–2012 гг. с исключенным линейным трендом *Примечание:* над статистически значимыми частотами указан их средний период (годы).

Частотный состав колебаний средней температуры воды оз. Ильмень в июне – августе за 1 и 2 года до вылова снетка с исключенным линейным

трендом отличается от такового в динамике вылова сетка только присутствием в нем компоненты с периодом 50–45 лет. Близкими же являются циклические составляющие 15–14, 10–9, 7–6 и около 4 лет (рис 4). Наличие сходства частотной структуры колебаний сравниваемых показателей, а также противоположных по знаку трендов, по-видимому, и определило относительно высокую ( $r = -0.61$ ) и значимую стохастическую связь между исходными данными вылова сетка и средней температурой воды оз. Ильмень в летний период.



**Рис. 4.** Спектр колебаний средней температуры воды оз. Ильмень в июне – августе за 1 и 2 года до промысла сетка с исключенным линейным трендом. *Примечание:* над статистически значимыми частотами указан их средний период (годы).

Поскольку температура воды является не единственным фактором, который может влиять на динамику биомассы сетка, коэффициент корреляции между ними не достаточно высокий. Однако это возможно связано еще и с различиями в показателе когерентности аналогичных циклов двух параметров на разных интервалах временной шкалы. Для проверки этого предположения методом полосовой фильтрации была выделена 9–8-летняя компонента в динамики вылова сетка оз. Ильмень, которая имеет в спектре наибольшую дисперсию, и 10–9-летняя также доминантная составляющая в колебаниях температуры воды. Их период близок к известному 11-летнему циклу солнечной активности. Совместный анализ показал, что изменчивость этой компоненты в динамике вылова с 1947 по 1986 г. и в колебаниях летней температуре воды с 1945–1946 по 1994–1985 гг., средней за 2 предшествующих промыслу рыбы года, в целом имеют высокую когерентность. Это проявляется, несмотря на то, что у первого параметра средний период составлял 9, а у второго 10 лет. Коэффициент корреляции между сравниваемыми показателями на этом временном интервале достаточной

высокий,  $r = 0.83$ . В последующие годы период 9–8-летия компоненты в динамике вылова снетка не изменился, тогда как у температуры воды он увеличился до 11–10 лет, что привело к не совпадению времени наступления их максимумом и минимумов. Поэтому коэффициент корреляции между сравниваемыми выборками за весь период наблюдений значительно меньше ( $r = 0.42$ ).

### Обсуждение

Наличие отрицательного знака в сопряженности межгодовых колебаний вылова снетка оз. Ильмень и его температуры воды объясняется тем, что этот вид относится к группе арктического фаунистического комплекса, т.е. является холодноводным представителем ихтиофауны. В этом водоеме снеток находится вблизи южной границы ареала его обитания на Северо-Западе России. Поэтому при высокой температуре воды здесь для снетка создаются неблагоприятные условия для его развития, поскольку она может приближаться к верхнему пределу толерантности вида или даже выходить за него. Временной сдвиг статистической связи между рассматриваемыми факторами показывает, что температура воды влияет, как на развитие ранних стадий годовых классов рыбы в летний период, так и во время нагула особей в возрасте 1 и 2 года, в том числе и через состав и численность основных кормовых организмов.

Близкий частотный состав, который присутствует в динамике годового вылова снетка оз. Ильмень и его летней температуры воды, указывает на существенное влияние этого гидрофизического фактора на запас рыбы, поскольку ее вылов служит его косвенным показателем. Однако при значительных по абсолютной величине и быстрых по времени изменениях температуры воды популяция адекватно не успевает на это реагировать. Формально это может приводить к рассогласованию отдельных составляющих спектральной структуры колебаний биотического и абиотического факторов. На примере анализа устойчивости во времени наиболее значимой 9–8-летней циклической компоненты в динамике вылова снетка оз. Ильмень и близкой по длительности составляющей температуры воды показано, что у последнего параметра в конце XX в. произошло увеличение периода данной компоненты до 11–10 лет. Это совпало с началом во второй половины 80-х годов прошлого столетия потепления воздушных и водных масс в северном полушарии планеты (Климатические изменения в Арктике..., 2010). Однако в этом случае основным влияющим фактором может выступать не только абсолютные значения температуры воды, но и характеристики ее внутригодовой динамики. К ее показателям можно отнести время наступления

определенных абсолютных значений температуры и ее экстремумов, скорость ее изменения в различные сезоны и некоторые другие. Следует также учитывать и колебания уровня озера, как важного гидродинамического фактора, влияющего на развитие ранних стадий рыбы, ее распределение в период нагула и промысла, а также на состояние кормовой базы. Использование этих параметров в исследованиях их влияния на динамику вылова снетка оз. Ильмень, как косвенного показателя его запаса, является ближайшей задачей.

### Список литературы

- Асанова Т.А., Никитина Т.В.* Влияние температурного фактора на динамику биомассы синца, чехони и снетка озера Ильмень. Исследования экосистем крупных рыбопромысловых водоемов Северо-Запада России: Сборник научных трудов. Вып. 341. – СПб.: Нестор–История, 2011. – С. 189–200.
- Бойцов В.Д.* Влияние внешних факторов на урожайность поколений снетка озера Ильмень // Международная научная конференция «Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования», посвященная 100-летию ГосНИОРХ. – СПб.: 2014 (в печати).
- Климатические изменения в Арктике и северной полярной области / Г.В. Алексеев, Радионов В.Ф., Александров Е.И. [и др.] // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010, № 1 (84). – С. 67–80.
- Кудерский Л.А.* Избранные труды. Том 1. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. 2011, Изд-во КМК. – 432 с.
- Кудерский Л.А., Иванов Д.И.* Состояние рыбного населения великих озер европейской части России. Исследования экосистем крупных рыбопромысловых водоемов Северо-Запада России: Сборник научных трудов. Вып. 341. – СПб.: Нестор–История, 2011. – С. 3–34.
- Методические рекомендации по использованию метода сверхдолгосрочного прогнозирования гидрометеорологических элементов (МСПЭ) и программного комплекса «Призма» // Аверкиев А.С., Булаева В.М., Густов Д.В., Карпова И.П. – Мурманск: Изд-во ПИНРО. – 1997. – 40 с.
- Мониторинг численности (биомассы) рыб в районе промысла на основе оперативной промысловой информации / Драпацкий М.Я., Козупская Г.И., Матушанский М.Ф., Черный Э.И. // Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб: Сборник тр. ВНИРО, 1990. – С. 214–224.
- Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов // Изд.



2-е, переработанное и дополненное – М: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.

*Одум Ю.* Экология. – М.: Мир, 1986. – 325 с.

---

---

# **ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS* ИЗ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА / ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Е.В. Борвинская, И.В. Суховская, Л.П. Смирнов, Н.Н. Немова**

*Институт биологии Карельского научного центра  
Российской академии наук, Петрозаводск, Россия  
katsu@inbox.ru*

Онежское озеро – второй по величине пресноводный водоем Европы. Площадь озера составляет 9890 км<sup>2</sup>, из которых 350 км<sup>2</sup> приходится на острова. Объем водной массы достигает 280 км<sup>3</sup>, средняя глубина составляет 30 м, максимальная – 120 м. (Александров и др., 1959; Онежское озеро..., 1999).

В последние десятилетия в озере наблюдается сокращение запасов и резкое падение численности ценных видов рыб, вызванные негативными последствиями антропогенного воздействия (эвтрофированием, увеличением промысловой нагрузки, развитием аквакультуры, загрязнением промышленными и бытовыми стоками и др.). Зоны вблизи крупных поселений и промышленных центров – городов Петрозаводска, Кондопоги, Медвежьегорска – наиболее подвержены антропогенному загрязнению. При этом самый большой объем бытовых и промышленных сточных вод поставляет г. Петрозаводск и прилегающие районы. Основной сток попадает в Петрозаводскую губу, которая вследствие своего строения имеет затрудненный водообмен (в особенности в зимнее время) с центральной акваторией, поэтому этот участок можно считать одной из самых загрязненных частей Онежского озера (Состояние водных..., 2007).

В связи с возрастающим уровнем антропогенной нагрузки, особую актуальность приобретают исследования направленные на оценку современного состояния рыбного населения Онежского озера, а также исследования позволяющие прогнозировать возможные изменения озерной экосистемы под влиянием природных и антропогенных факторов. Одним из подходов для решения проблемы своевременного выявления и мониторинга антропогенного загрязнения Онежского озера, является комплексная оценка физиолого-биохимического статуса рыб из этого водоема с использованием системы биохимических показателей, позволяющих оценить ранние и хронические изменения обмена веществ.

Во многих экспериментах по влиянию различных соединений искусственного происхождения на метаболизм рыб (полициклических ароматических углеводородов, полихлорированных бифенилов, тяжелых

металлов и др.) было показано изменение активности фермента глутатион S-трансферазы (GST) и концентрации восстановленного глутатиона (GSH). Это обусловило интродукцию этих показателей антиоксидантной защиты в систему методов экологического мониторинга как биомаркеров антропогенного загрязнения среды.

Целью настоящей работы было определение активности GST и концентрации GSH в тканях окуней *Perca fluviatilis*, выловленного в Онежском озере и использованного в качестве модельного вида.

### Материалы и методы

Исследованы особи окуня, выловленные в сентябре 2012 года в районе сброса вод из очистных сооружений г. Петрозаводска (Петрозаводская губа Онежского озера) и в районе пос. Кузаранда (Повенецкий залив Онежского озера). Районы отбора проб значительно отличаются по гидрохимическим показателям. Анализ данных показывает, что Петрозаводская губа по сравнению с Повенецким заливом более загрязнена. Так, содержание биогенных элементов и нефтепродуктов в воде и донных отложениях Петрозаводской губы в 2–3 раза превышает фоновые показатели Онежского озера (Состояние водных..., 2007; Васильева и др., 2013).

Возраст рыб составлял 3–4 года, вес 42–64 г., длина 14–16 см. Сразу после вылова рыба была измерена и взвешена, органы извлечены и заморожены в жидком азоте. Собранные образцы печени, жабр и мышц окуня хранили до анализа при -80 °С. Замороженные образцы ткани рыб гомогенизировали в 0,125 М калий-фосфатном буфере (pH 6.5), после чего центрифугировали при 110000 g в течение часа при 4 °С. В полученном супернатанте активность GST определяли спектрофотометрически, согласно описанным методикам по скорости связывания восстановленного глутатиона с субстратами 1-хлор-2,4-динитробензолом (CDNB) и п-нитробензол хлоридом (pNBC) (Habig et al., 1974). Измерения проводили при 20 °С. За 1 усл. ед. активности GST принимали количество пМ комплекса субстрат – GSH, которое образуется за 1 мин. Относительную активность GST выражали в пересчете на количество растворимого белка в ткани (ед. акт./мг белка).

Концентрацию восстановленного глутатиона определяли по методу (Hissin, Hilf, 1974), модифицированному нами применительно к условиям эксперимента. Навеску ткани 0,1–0,2 г гомогенизировали с 1–2 мл 5мМ ЭДТА. В полученном гомогенате осаждали растворимые белки с помощью 5% ТХУ. Образовавшийся осадок отделяли центрифугированием при 6000 g в течение 15 мин. Полученный супернатант доводили до pH 8.5 с помощью 5М раствора NaOH, затем добавляли 0,4 М трис-HCl буфер (pH

8.5) и *о*-фталевый альдегид в количестве, зависящем от объема пробы, перемешивали и инкубировали при комнатной температуре в течение 15 мин. Спектры флуоресценции ( $E_x$  – 350 nm,  $E_m$  – 420 nm) измеряли на спектрофлуориметре СМ 2203. Концентрацию глутатиона определяли с помощью калибровочного графика, построенного по результатам измерений серии раствора восстановленного глутатиона с концентрацией от 0.5 до 20 мкг/мл, приготовленных на 0.4 М трис-НСl буфере (рН 8.5), к которым для нивелировки состава были добавлены ТХУ и 5М раствор NaOH для нейтрализации кислоты.

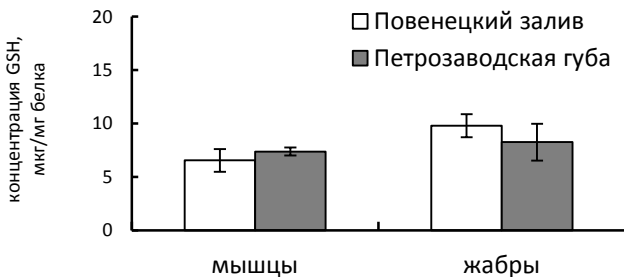
Концентрацию белка в супернатанте определяли спектрофотометрически по поглощению при длине волны 205 нм (Козлов, Слепышева, 2005; Noble, Bailey, 2009). Для построения калибровочный графика зависимости оптической плотности раствора при 205 нм от концентрации белка были приготовлены растворы бычьего сывороточного альбумина с различной концентрацией (0.01–0.1 мг/мл) в буфере, который использовался для приготовления клеточных экстрактов. Оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре СФ–2000 (ОКБ «Спектр», СПб.) в кварцевых кюветах с длиной оптического пути 1 см .

Статистическую значимость полученных результатов оценивали по непараметрическому критерию (U) Манна – Уитни. Порог доверительной вероятности при оценке достоверности различий принят равным 0.95. Данные представлены на графике в виде медиан значений±медиана отклонений от медианы.

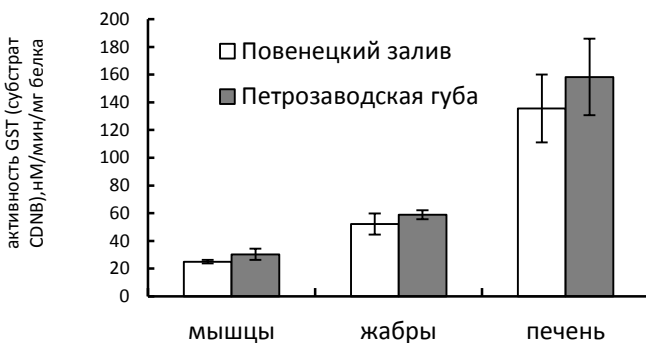
### Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ полученных результатов не выявил достоверных изменений активности глутатион S-трансфераз, концентрации глутатиона, а также содержания белка в изученных тканях окуня выловленного вблизи очистных сооружений г. Петрозаводск по сравнению с рыбами из Повенецкого залива Онежского озера (рис.1–4).

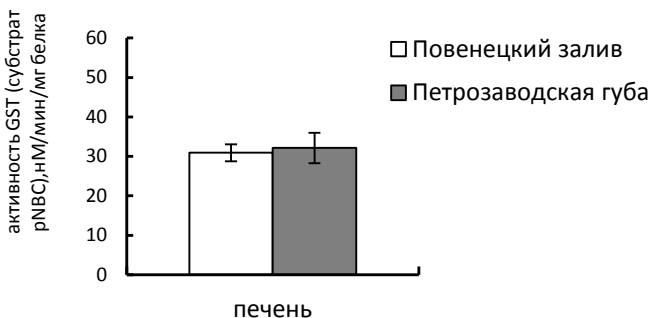
Известно, что у большинства организмов присутствует целый набор изоформ глутатион S-трансфераз, которые по-разному реагируют на различные воздействия и могут применяться в качестве биомаркеров специфических видов загрязнения (Kim et al., 2009; Pérez-López et al., 2002). На рис.2 приведены данные об уровне активности GST в тканях окуня, полученные по стандартной методике с использованием субстрата 1-хлор-2.4-динитробензола (CDNB). CДNB является «универсальным» субстратом, с которым реагируют практически все известные изоформы фермента, поэтому его применение позволяет оценить суммарную активность глутатион S-трансфераз в клетке.



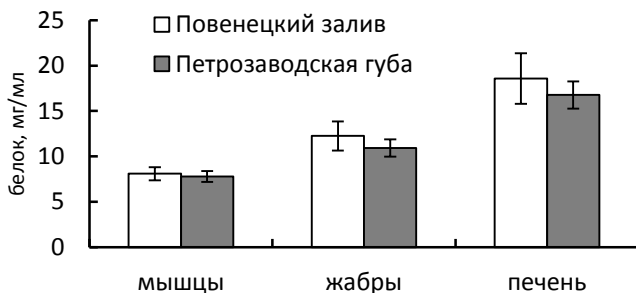
**Рис. 1.** Концентрация глутатиона в тканях окуня из различных районов Онежского озера



**Рис. 2.** Активность GST в присутствии CDNB в тканях окуня из различных районов Онежского озера



**Рис. 3.** Активность GST в присутствии pNBC в печени окуня из различных районов Онежского озера



**Рис. 4.** Содержание белка в тканях окуня из различных районов Онежского озера

Однако известно, что отдельная группа изоформ GST, обозначенных как GST класса тета, заметно отличаются от других трансфераз и не катализируют реакцию с CDNB (Blanchette et al., 2007). При этом было показано наличие экспрессируемых изоформ GST тета-класса у рыб, а также их участие в адаптивном ответе на действие загрязнения тяжелыми металлами (Fu, Xie, 2006; Walker et al., 2007; Kim et al., 2009). Для проверки активности данных изоформ в печени окуня нами была определена конъюгационная активность со специфическим субстратом GST класса тета п-нитробензол хлоридом (рис.3) (Lee et al., 2006). В результате было показано отсутствие достоверных различий активности GST класса тета у окуней из чистой и загрязненной зоны Онежского озера, что согласуется с результатами для остального пула изоформ фермента.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии значительной нагрузки на биохимическую систему защиты с участием восстановленного глутатиона у окуня из Петрозаводской губы. Учитывая тот факт, что фермент GST и его субстрат GSH играют значительную роль в обезвреживании различных ксенобиотиков искусственного происхождения, а также в преодолении последствий окислительного стресса, полученные результаты могут свидетельствовать об относительно благополучной экологической обстановке в районе Петрозаводской губы, которая находится в пределах адаптивных возможностей обитающих там рыб.

С другой стороны, менее позитивные данные были получены по изменению липидных показателей у окуня *P. fluviatilis* и ерша *Gymnocephalus cernuus* из района сброса воды из очистных сооружений г. Петрозаводск (Васильева и др., 2013). Так было показано более высокое содержание триацилглицеринов и холестерина в печени рыб, что соответствует модификациям липидных компонентов аналогичным тем,

которые наблюдаются у рыб, обитающих в условиях техногенного загрязнения (Васильева и др., 2013). Изменения липидных показателей, вероятно, являются более чувствительными показателями антропогенного загрязнения, позволяющими обнаружить адаптивные изменения метаболизма на самых ранних этапах воздействия. Отсутствие изменений активности GST и концентрации GSH также может указывать на наличие у окуня параллельных и более эффективных биохимических путей обезвреживания ксенобиотиков и продуктов перекисного окисления, как правило, образующихся в клетке под действием стресса.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что на уровне исследованных показателей у окуней, обитающих в Петрозаводской губе в условиях более высокого уровня органических и неорганических загрязнителей по сравнению с чистой зоной, не отмечено значимых изменений, которые свидетельствовали бы о воздействии комплекса абиотических и биотических факторов, превышающем адаптивный потенциал данного вида. Эти результаты указывают на отсутствие на данный момент предпосылок к резким и катастрофическим изменениям численности популяции окуня, обитающего в зоне загрязнения.

Работа выполнена при поддержке Проектов Программ Президиума РАН «Живая природа», ОБН РАН «Биоресурсы»; Гранта Президента РФ НШ-1410.2014.4, на 2012–2014 гг.

Исследование выполнено на оборудовании Центра коллективного пользования ИБ КарНЦ РАН.

### Список литературы

- Александров Б.М., Беляева К.И., Дмитренко В.В., и др. Оз.Онежское // Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство. Справочник. Петрозаводск: Государственное издательство Карельской АССР. 1959. С.86–135.
- Васильева О.Б., Ильмаст Н.В., Назарова М.А., Немова Н.Н. Липидные показатели тканей окуня *Perca fluviatilis* L. и ерша *Gymnocephalus cernuus* L. из акваторий промышленных центров Онежского озера // Материалы XV Школы-конференции молодых ученых «Биология внутренних вод» 19–24 октября 2013 г., Кострома: ООО «Костромской печатный дом». 2013. С. 123–126.
- Козлов А.В., Слепышева В.В. Определение белка в сыворотке крови // TerraMedica, приложение «Лабораторная диагностика». 2005. № 3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.terramedica.spb.ru/ld3\\_2005/kozlov.htm](http://www.terramedica.spb.ru/ld3_2005/kozlov.htm)
- Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 293 с.

- Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2007. 2010 с.
- Blanchette B., Feng X., Singh B.R.* Marine Glutathione S-Transferases // *Mar. Biotechnol.* 2007. Vol. 9. N 5. P. 513–542.
- Fu J., Xie P.* The acute effects of microcystin LR on the transcription of nine glutathione S-transferase genes in common carp *Cyprinus carpio* L. // *Aquatic Toxicology.* 2006. Vol. 80. P. 261–266.
- Habig W. H., Pabst M. J., Jakoby W. B.* Glutathione S-Transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation // *J. of Biol. Chem.* 1974. Vol. 249. N 22. P. 7130–7139.
- Hissin P.J., Hilf R.* A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues // *Analytical Biochemistry.* 1976. V. 74. Issue. 1. P. 214–226.
- Kim J.-H., Raisuddin S., Rhee J.-S., Lee Y.-M., Han K.-N., Lee J.-S.* Molecular cloning, phylogenetic analysis and expression of a MAPEG superfamily gene from the pufferfish *Takifugu obscurus* // *Comp. Biochem. Physiol. C. Toxicol. Pharmacol.* 2009. V. 149. P. 358–362.
- Lee Y.-M., Seo J.S., Jung S.-O., Kim I.-C., Lee J.-S.* Molecular cloning and characterization of  $\theta$ -class glutathione S-transferase (GST-T) from the hermaphroditic fish *Rivulus marmoratus* and biochemical comparisons with  $\alpha$ -class glutathione S-transferase (GST-A) // *Biochemical and Biophysical Research Communications.* 2006. Vol. 346. P. 1053–1061.
- Noble J.E., Bailey M.J.A.* Quantitation of proteins // *Methods in enzymology.* 2009. Vol. 463. P. 73–95.
- Pérez-López M., Nóvoa-Valiñas M.C., Melgar-Riol M.J.* Glutathione S-transferase cytosolic isoforms as biomarkers of polychlorinated biphenyl (Arochlor-1254) experimental contamination in rainbow trout // *Toxicol. Lett.* 2002. Vol. 136. N 2. P. 97–106.
- Walker P.A., Bury N.R., Hogstrand C.* Influence of culture conditions on metal-induced responses in a cultured rainbow trout gill epithelium // *Environ. Sci. Technol.* 2007. Vol. 41. N 18. P. 6505–6513.
- 
-



# КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ПОПУЛЯЦИИ ПЕРЕСЛАВСКОЙ РЯПУШКИ (*COREGONUS ALBULA* L.) ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Э.С. Борисенко<sup>1</sup>, М.И. Малин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Москва, Россия, [esborisenko@gmail.com](mailto:esborisenko@gmail.com)

<sup>2</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН, Борок,  
Россия, [mishuk.ibiw@gmail.com](mailto:mishuk.ibiw@gmail.com)

Гидроакустический метод хорошо зарекомендовал себя для изучения пространственного распределения и перемещений рыб, количественной оценки их скоплений, став стандартным способом решения этих задач. Современные тенденции развития гидроакустической аппаратуры и методов обработки данных в значительной степени сфокусированы на получении информации о *качественной* структуре скоплений (таксономическом и размерном составе) и элементах поведения рыб. Получаемая такими способами информация незаменима в тех случаях, когда проведение лова объекта исследования затруднено, что, в частности, актуально для видов и популяций рыб, находящихся под охраной. Материалом практической части данного обзора послужили результаты гидроакустических исследований охраняемой эндемичной популяции европейской ряпушки, обитающей в озере Плещеево.

Вопрос *дистанционного определения размера рыб*, регистрируемых гидроакустической аппаратурой, стоит достаточно давно, и для его решения в разное время предлагались различные подходы. Теоретической основой реализации метода является относительно простая зависимость акустической силы цели регистрируемой рыбы от ее размера, описываемая уравнением:

$$TS = a * \log(L) + b,$$

где TS – акустическая сила цели; L – длина рыбы; а и b – эмпирические коэффициенты, зависящие главным образом от особенностей морфологии конкретной таксономической группы рыб.

Широко известна обобщенная формула Лава (Love, 1971), которая представляет скорее исторический интерес, поскольку в настоящее время определены индивидуальные уравнения для многих таксономических групп рыб (Simmonds, MacLennan, 2005). Таким образом, решение задачи определения размерного состава рыб в скоплении сводится к оценке распределения значений акустической силы цели регистрируемых объектов. Наиболее известными способами такой оценки являются метод

Крейга-Форбса, применение аппаратуры с двойным или расщепленным лучом.

Оценку размерного состава популяции переславской ряпушки проводили методом расщепленного луча по результатам съемок эхолотом SIMRAD EY500 с антенной ES120-7C. *Суть метода* сводится к компенсации значений силы цели объектов, находящихся вне акустической оси антенны эхолота – в этом случае отраженный от рыбы эхосигнал достигает четырех квадрантов антенны в разное время, что приводит к различию в фазовых углах принятого сигнала, в результате чего возможно определить положение рыбы в луче и ввести необходимую поправку.

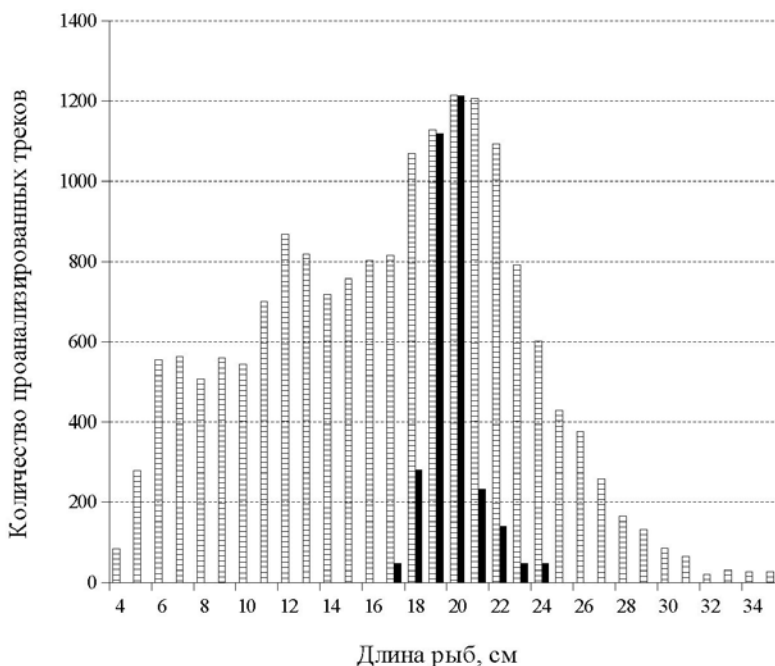
На рисунке 1 представлены результаты дистанционного определения размерного состава ряпушки оз. Плещеево в сравнении с уловом набора жаберных сетей с ячейей 16, 18, 20, 22 и 25 мм. В расчетах применяли известное уравнение силы цели европейской ряпушки:

$$TS = 25.5 * \log_{10} TL - 70.9,$$

где TS – величина силы цели, дБ; TL – длина рыбы до конца хвостового плавника, см (Mehner, 2006).

Контрольный лов проводили одновременно со съемкой согласно разрешения на добывание объектов животного мира, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, № 38 от 11 апреля 2014 г.

Улов жаберных сетей характеризуется одной модальной группой рыб длиной 19–20 см, ряпушка больших и меньших размеров встречается значительно реже, что обусловлено в том числе и селективностью используемого орудия лова. Указанная модальная группа рыб обнаружена и в результате дистанционного определения размерного состава ряпушки, однако представлена она несколько шире – рыбами длиной 18–22 см. Дистанционный метод показывает трехмодальное распределение размеров ряпушки: помимо упомянутой группы 18–22 см доминируют по численности рыбы длиной 6–7 см и 12 см. Рыбы длиной свыше 30 см ряпушкой, по всей видимости, не являются – единично в уловах сетей присутствовал налим, имеющий большие размеры и, соответственно, силу цели. Используемый метод не позволяет однозначно определять таксономическую принадлежность регистрируемых объектов, и, следовательно, дает хорошие результаты на одновидовых скоплениях. Однако, в таких целях, как мониторинг размерного состава охраняемой популяции переславской ряпушки преимущества применения данного метода очевидны.

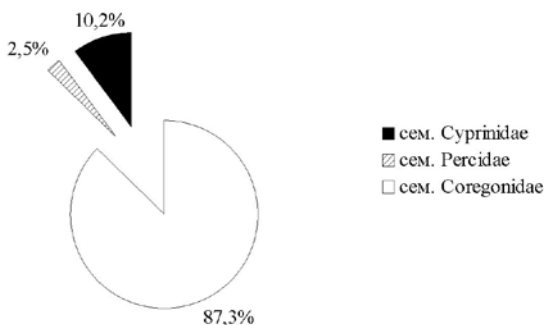


**Рис. 1.** Размерный состав переславской ряпушки, определенный дистанционно (столбцы со штриховкой) и по результатам лова жаберными сетями (черные столбцы).

Возможность *дистанционного анализа таксономической структуры* рыбного населения реализована в отечественной разработке – гидроакустическом комплексе «Аскор». Известно, что большинство массовых рыб обладают газонаполненным плавательным пузырем, причем разные виды рыб имеют существенные отличия по его типам, размерам и форме. Анализ формы огибающей амплитуд эхосигналов выявил, что для рыб с однокамерным плавательным пузырем (сем. Percidae и Coregonidae) характерны четко выраженные основные лепестки в полярных диаграммах направленности, соответствующие облучению рыбы по нормали к продольной оси ее плавательного пузыря (Borisenko et al., 2006). Для рыб с двухкамерным плавательным пузырем (сем. Cyprinidae), наблюдается иная картина. Так, в основном лепестке полярной диаграммы дорсального аспекта облучения появляются несколько максимумов, число которых варьирует в зависимости от

размера и вида рыбы. Технически **метод основан** на анализе огибающей эхосигнала, оцифрованного со значительно более высокой частотой дискретизации, нежели используемой в прочей гидроакустической аппаратуре. Отличия в статистическом распределении амплитуд эхосигналов и форме их огибающей лежат в основе решения о классификации регистрируемого объекта, то есть принадлежности его к определенной таксономической группе рыб.

Исследования таксономического состава рыбного населения глубоководной части оз. Плещеево проводили в темное время суток, когда скопления рыб разрежены, что облегчает дальнейшую обработку получаемого материала. Представленные на рисунке 2 результаты определения таксономического состава рыбных скоплений на уровне семейств свидетельствуют об успешном решении аппаратурой данной задачи, поскольку согласуются с результатами сетного лова. Стоит обратить внимание на тот факт, что среди рыб, имеющих однокамерный пузырь, почти 90% классифицированы как представители семейства сиговых.



**Рис. 2.** Таксономический состав рыбного населения оз. Плещеево на уровне семейств на глубинах от 12 м до дна в темное время суток.

Сравнительно новый класс гидроакустической аппаратуры представляет двухчастотный идентификационный сонар DIDSON, работающий по принципу акустической видеокамеры и потому позволяющий визуально наблюдать элементы поведения рыб без использования осветительной аппаратуры, которую ряпушка избегает (Schmidt, 2009). Благодаря применению этой аппаратуры установлено, что переславская ряпушка в светлое время суток образует небольшие шарообразные активно перемещающиеся стайки, что не было описано ранее.

Материалы подготовлены по результатам НИР «Оценка современного

состояния популяции ряпушки оз. Плещеево» и «Комплексное исследование экосистемы оз. Плещеево». Выражаем благодарность сотрудникам и директору Национального парка «Плещеево озеро» М.Ю. Федорову.

### Список литературы

- Borisenko E.S., Degtev A.I., Mochek A.D., Pavlov D.S.* Hydroacoustic characteristics of mass fishes of Ob-Irtish basin // *Journal of Ichthyology*. Vol. 46. Suppl. 2. 2006. P. S227–S234.
- Love R.H.* Dorsal-aspect target strength of an individual fish // *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1971. Vol. 49 (3B). P. 816–823.
- Mehner T.* Prediction of hydroacoustic target strength of vendace (*Coregonus albula*) from concurrent trawl catches // *Fish. Res.*, 2006. 79. P. 162–169.
- Schmidt M.B., Balk H., Gassner H.* Testing in situ avoidance reaction of vendace, *Coregonus albula*, in relation to continuous artificial light from stationary vertical split-beam echosounding // *Fisheries Management and Ecology*, 2009, 16, P. 376–385.
- Simmonds J., MacLennan D.* *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*. Second edition, Blackwell Science, 2005. Fish and Aquatic Resources Series 10. 437 p.
- 
-

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ И ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБ В РУСЛЕ ВОЛГИ И АХТУБЫ (НИЖНЕВОЛЖСКИЙ БАССЕЙН)

Э.С.Борисенко<sup>1</sup>, К.В. Кузищин<sup>2</sup>, В.М.Пашин<sup>2</sup>, М.А.Груздева<sup>2</sup>,  
А.Д.Мочек<sup>1</sup>, Д.С.Павлов<sup>1</sup>

*1 Институт проблем экологии и эволюции РАН имени А.Н.Северцова  
esborisenko@gmail.com*

*2 Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
KK\_office@mail.ru*

Гидроакустический метод оценки численности, размерного и видового состава рыб с использованием научных эхолотов приобретает всё большую популярность. Метод «эхосчёта» основан на суммировании рыбных целей, которые регистрируются отдельно в зоне действия эффективной диаграммы направленности антенны, и позволяет оценивать биомассу, как разреженных рыбных скоплений, так и стай различной плотности (Pavlov et al., 2008, 2011). Для обеспечения необходимой точности используются прецизионные эхолоты, имеющие высокие тактико-технические и метрологические характеристики с фиксированной временной автоматической регулировкой усиления. Электро-акустические параметры эхолотов определяются путём калибровки, чем достигается высокая точность и оперативность метода определения размеров рыб в условиях разнотипных водоёмов (Юданов и др., 1984).

Гидроакустические исследования проводили в 2011–2014 гг. на участках р. Ахтуба от с. Бугор до с. Харабали и на р. Волга от с. Копановка до с. Екатериновка. Для съёмки использовали гидроакустический комплекс (ГАК) «АСКОР», который внедрён в практику количественных оценок запасов рыб на внутренних водоёмах России – на оз. Байкал, Куйбышевском водохранилище, р. Иртыш и др. (Borisenko et al., 2006; Pavlov et al., 2006, 2008). Нами комплекс «АСКОР» был интегрирован в единую систему с другим комплексом «PanCog», который позволяет регистрировать рыб в поверхностных слоях воды в секторе обзора 70° на дальности до 20 м. Определение координат обоих комплексов осуществляется непрерывно спутниковым навигационным приёмником GPS, подключённым к компьютеру-ноутбуку.

Ежегодно обследовали участок русла р. Ахтуба длиной 12.2 км, а на р. Волга основные работы проводили в пределах акватории русловой ямы. Работы выполняли в начале сентября и в середине декабря. В сентябре в русле р.Ахтуба выполняли дневную и ночную съёмки, в декабре из-за сложной ледовой и навигационной обстановки её не проводили. Гидроакустические съёмки осуществляли на постоянной скорости моторной

лодки (6–7 км/час) галсами вниз по течению, под небольшими углами к береговой линии, что позволяло исключить влияние положительной рефракции, приводящей к искривлению акустических лучей в сторону поверхности и, тем самым – к уменьшению эффективной ширины зоны обнаружения. На практике расстояния между соседними экстремумами линии галсов составляла 300–350 м. В данном сообщении мы приводим данные по обследованию участков водной системы в 2011 г.

Гидроакустическая съёмка показала, что общая численность рыб в русле р. Ахтуба высокая (табл. 1). Рыбы проявляли резко выраженный ритм суточной активности: на одном и том же участке численность рыб (всех видов) ночью почти в 5 раз выше, чем днём (табл. 1). Днём рыбы концентрировались в районе глубоких (9–11 м) участков плёсов, но не образовывали скоплений на глубинах менее 4 м. Ночью наблюдалось более равномерное размещение рыб по всему исследованному участку.

**Таблица 1.**

Данные по общей численности рыб на обследованном участке реки Ахтуба в разные сезоны.

Участок, площадь, га	Месяц, время суток	Расстояние, пройденное галсами ГАК, м	Средняя плотность, экз. / га	Численность всех рыб, тыс. экз.
Ахтуба, русло, 549.9	IX, день	17 104	1697.1	1046.0
	IX, ночь	16 994	9588.1	5625.7
	XII, день	17 245	289.1	722.1

На участке русла р. Ахтуба в сентябре в дневное время расчётная численность всех видов рыб составила чуть более одного миллиона особей, из них почти 850 тыс. – представители семейства карповых. В ночное время общая расчётная численность рыб превысила 5.5 млн. особей (табл. 2). Несмотря на то, что большая часть скоплений представлена мелкими особями, эхолотом обнаружено немало и крупных рыб – с длиной тела более 40 см (табл. 2).

В результате исследований выявлена сезонная динамика размещения и численности скоплений рыб. Так, в сентябре на одном из плёсов р. Ахтуба, площадью около 21 га, наблюдали до полумиллиона рыб, а в декабре общая численность скоплений там же не превысила 50 тыс. экз. Изменился и характер распределения рыб. В сентябре повышенные плотности рыб (более 45 тыс. экз./га) наблюдали в районе русловых ям и наиболее глубоких участках плёсов. В декабре максимум численности рыб (до 15 тыс. экз.) был обнаружен только на плёсах, на глубинах 5–6 м. Русловые ямы при этом рыбами почти не осваивались.

**Таблица 2.**

Расчёт численности рыб по результатам гидроакустической съёмки, русло Ахтубы.

Виды рыб		Сентябрь		Декабрь
		день	ночь	день
общая численность				
Все виды		1 046 000	5 625 750	721 990
дифференцированная численность				
Карповые	всего	845 168	4 843 133	652 540
	>40 см	143 678	537 588	21 813
Окунёвые	всего	116 106	390 541	47 959
	>40 см	11 030	38 273	3 646
Щуковые	всего	53 346	251 028	19 927
	>40 см	24 699	62 757	2 726
Прочие	всего	32 246	141 048	8 919
	>40 см	11 965	25 670	1 855

В сентябре рыба относительно равномерно распределена по всей р. Ахтуба, по всем горизонтам от поверхности до дна. В декабре скопления рыб, в том числе и весьма многочисленные, располагались только в придонных слоях воды на расстоянии от дна не более 1.5–2 м. Примечательно, что в русловой яме скопления рыб регистрировали на относительно небольшой глубине – до 10 м.

Видовой состав рыб в русле р. Ахтуба оставался более или менее сходным в разное время суток (табл. 2). При этом существенно преобладали карповые рыбы, составляя более 80% всей совокупности. Суммарная доля хищных рыб – окунёвых и щуковых составляла до 16%. В декабре соотношение представителей разных семейств практически не изменилось.

Существенное различие обилия рыбного населения р. Ахтуба в сентябре и в декабре требует анализа для выявления причин этого явления. В связи с этим необходимо проведение более частых гидроакустических съёмок во все сезоны года.

В русле р. Волга детальные работы проведены на одной из русловых ям («Волжская русловая яма»), представляющей собой узкий жёлоб с крутыми, практически отвесными краями.

В сентябре значительных скоплений рыб на этом участке не обнаружено – наблюдали всего три узко локализованных скопления рыб, общей площадью менее 1 га, при средней плотности 2 тыс. экз./га. Скопления наблюдали в пол-воды над участками подводного плато глубиной 12–15 м. В самой глубокой части ямы, на глубинах до 27–31 м и



над ними каких-либо скоплений рыб не выявлено. В целом, плотность рыб всех видов в волжской яме в сентябре была заметно меньше, чем в р. Ахтуба. В декабре ситуация существенно изменилась. Так, если в Ахтубе повсеместно наблюдали резкое снижение численности и плотности рыб, то на акватории волжской русловой ямы – напротив, произошло увеличение обоих показателей. Средняя плотность рыб всех видов в Волжской русловой яме возросла до 2503 экз./га против 279–487 экз./ га на ахтубинских плёсах. Самые мощные зимовальные скопления в волжской яме обнаружены в местах плавных бровок на глубинах 10–11 и 13 м по сторонам от ямы, плотности рыб в таких местах достигали 22–25 тыс. экз./га.

Анализ видового состава рыб в Волжской русловой яме не выявил сколько-нибудь значимых различий с Ахтубой. Как и в р. Ахтуба, на акватории Волжской русловой ямы существенно преобладали карповые, доля которых была всегда более 80% (табл. 3). В декабре на глубинах менее 10 м преобладание карповых рыб было подавляющим, а на глубинах от 10 до 30 м их доля несколько снижалась при увеличении доли окунёвых рыб.

**Таблица 3.**

Расчёт численности рыб по результатам дневной гидроакустической съёмки, Волжская русловая яма.

Виды рыб		Сентябрь	Декабрь
общая численность			
Все виды		256 800	556 540
дифференцированная численность			
Карповые	всего	218 036	493 651
	>40 см	30 961	33 568
Окунёвые	всего	24 218	37 288
	>40 см	2 979	3 244
Щуковые	всего	8 582	16 696
	>40 см	3 853	4 574
Прочие	всего	5 964	8 904
	>40 см	2 326	2 440

Особый интерес представляют результаты по крупным рыбам, обитающим в районе Волжской русловой ямы. Это были единичные в сентябре и достаточно многочисленные особи в декабре. «Сверхкрупные» рыбы (сила отражённого сигнала более -18Дб, соответствующие рыбам длиной около 1.5–1.6 м) в декабре распределялись вдоль резкого свала глубин (перепад с 12–13 м до 19–20 м). Такие особи располагались одна над другой, но не лежали на дне.

Скорее всего, была зарегистрирована рыба, в момент их – перемещения. К сожалению нам не удалось идентифицировать этих рыб гидроакустическим методом или с помощью орудий лова.

Полученные результаты свидетельствуют, что используемое гидроакустическое научно-исследовательское оборудование позволило успешно осуществить исследования по пространственному размещению, численности, видовому и размерному составу наиболее массовых рыб в русле и ямах реки Ахтуба, а также некоторых русловых ям р. Волга.

Авторы выражают благодарность охотничье-рыболовной базе «Успех» и лично М.А.Арифуллину за обеспечение выполнения работы.

### Список литературы

- Юданов К.И., Калихман И.Л., Теслер В.Д. Руководство по проведению гидроакустических съёмок. М.: ВНИРО, 1984. 1124 с.
- Borisenko E.S., Degtev A.I., Mochev A.D. et al. Hydroacoustic Characteristics of Mass Fishes of the Ob-Irtysh Basin are investigated. // Journal of Ichthyology. 2006. Vol. 46. Suppl. 2. P. S227–S234.
- Pavlov D.S., Mochev A.D., Borisenko E.S. et al. Biological Significance of the Gornoslinkinskaya Riverbed Depression in the Irtysh // Journal of Ichthyology. 2006. Vol. 46. Suppl. 2. P. S125–S133.
- Pavlov D.S., Mochev A.D., Borisenko E.S. et al. Comparative analysis of fish aggregations in channel depressions of the Irtysh // Journal of Ichthyology. 2008. V. 48. № 11. P. 919–936.
- Pavlov D.S., Mochev A.D., Borisenko E.S. et al., Distribution of fishes in the floodplain-channel complex of the Lower reaches of the Irtysh River // Inland water biology. 2011. V. 4. № 2. P. 223–231.
- 
-

# ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОПУЛЯЦИЙ СИГА (*COREGONUS LAVARETUS*) ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Е.А. Боровикова<sup>1</sup>, В.С. Артамонова<sup>2</sup>, А.А. Махров<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
Борок, Россия, [elena.ibiw@gmail.com](mailto:elena.ibiw@gmail.com)

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский Государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия, [valar99@mail.ru](mailto:valar99@mail.ru)

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Москва, Россия, [makhrov12@mail.ru](mailto:makhrov12@mail.ru)

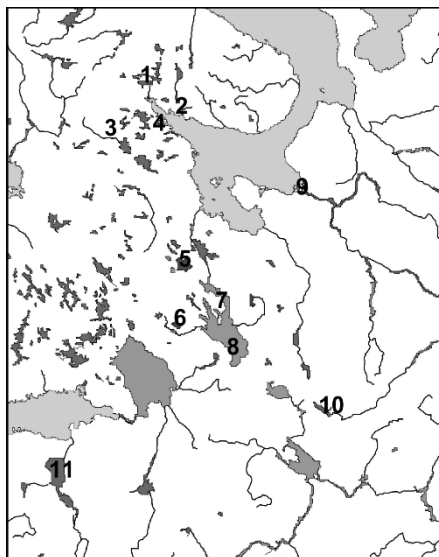
Представители семейства Coregonidae считаются ключевыми звеньями холодноводных экосистем Севера. Общеизвестно, что для рыб этого семейства характерно значительное морфо-экологическое разнообразие (Решетников, 1980). Сиг (*Coregonus lavaretus*) – один из наиболее полиморфных видов семейства, для которого описано множество форм, возводимых в разное время на основе особенностей морфологии в самостоятельные таксономические единицы, вплоть до видов (Берг, 1948; Правдин, 1954; Svärdson, 1957; Kottelat, Freyhof, 2007). Однако, согласно результатам анализа полиморфизма ряда молекулярно-генетических маркеров, уровень дифференциации большинства исследованных популяций сига, различающихся по морфологическим признакам, низок и не соответствует видовому. Как правило, генетическое разнообразие внутри популяций и различия между ними связаны с историей их формирования, особенностями заселения сигом определенной территории (Sendek, 2004; Østbye et al., 2005; Jacobsen et al., 2012 и др.). В случае сига Европейского Севера России исследования генетического разнообразия проведены в основном с использованием в качестве маркеров изоферментных локусов (Sendek, 2002; Сендек и др., 2009). Лишь для отдельных популяций сига имеются данные о полиморфизме ряда фрагментов митохондриальной ДНК (мтДНК) (Боровикова и др., 2005; Østbye et al., 2005). Поэтому цель настоящей работы заключалась в том, чтобы увеличив число исследованных популяций сига (*C. lavaretus*), проанализировать особенности полиморфизма мтДНК этого вида в водоемах Европейского Севера России.

## Материалы и методы

Полиморфизм мтДНК исследован для 247 особей сига из 11 популяций Европейского Севера России (рис. 1).

Для анализа полиморфизма мтДНК использовали пробы тканей (печени и/или белых мышц, реже – гонад или жирового плавника), фиксированные 96% этанолом (1:5). Клеточную ДНК выделяли методом фенол-хлороформной экстракции (Маниатис и др., 1984) или с использованием набора реагентов *DIAtom™DNAPrep100* (ИзоГен, Москва).

С полученных образцов тотальной клеточной ДНК с помощью ПЦР (полимеразная цепная реакция) синтезировали фрагмент мтДНК длиной примерно 2050 пар нуклеотидов (п.н.), включающий ген, кодирующий субъединицу I NADH-дегидрогеназного комплекса (ND-1). Синтез фрагмента (амплификацию) проводили с применением праймеров LGL381 (5'-ACCCCGCCTGTTTACCAAAAACAT-3') и LGL563 (5'-GGTTCATTAGTGAGGGAAGG-3') (Cronin et al., 1993; Politov et al., 2000) в 25 мкл буфера для амплификации (изготовители: Бионем, Москва или Fermentas, Литва): 10 мМ Трис-НСl (pH 8.8); 50 ммоль KCl; 2.5 ммоль MgCl<sub>2</sub>; 0.08% Nonidet P40. Смесь содержала также 100–300 нг тотальной клеточной ДНК, по 10–15 пмоль каждого из двух праймеров, по 200 нмоль каждого из четырех дезоксирибонуклеотидов и 0.5–1 ед. Taq-полимеразы.



**Рис. 1.** Популяции сига, выборки из которых проанализированы в работе: 1. оз. Имандра; 2. р. Умба (малотычинковый); 3. оз. Нижний Нерис; 4. р. Кереть (28.6); 5. оз. Сегозеро (25.2); 6. оз. Сямозеро; 7. Заонежье; 8. оз. Онежское; 9. р. Северная Двина, устье

(малотычинковый); 10. оз. Кубенское (27.2); 11. оз. Чудское (36.4).

В случаях, когда при сборе материала для конкретных выборок сига было просчитано число жаберных тычинок, среднее значение признака указано в скобках. Поскольку в реках Умба и Северная Двина встречается только одна форма сига, сведения о ней даны согласно (Берг, 1948).

Программа амплификации ND-1 фрагмента включала этап первоначальной денатурации ДНК: +95 °С – 5 мин; 32 цикла синтеза фрагмента: +95 °С – 1 мин, +53 °С – 50 сек, 72 °С – 1 мин 15 сек; заключительный этап достройки концов: +72 °С – 5 мин.

Для ПДРФ-анализа ND-1 фрагмента (полиморфизм длин рестриктных фрагментов) в работе использован набор из 16 эндонуклеаз рестрикции (рестриктаз), которые, как было показано ранее, позволяют выявлять полиморфизм мтДНК в популяциях сиговых рыб: *AseI*, *AvaII*, *Bsp1286I*, *BstNI*, *BstUI*, *DdeI*, *DpnII*, *HaeIII*, *HhaI*, *HincII*, *HinfI*, *HphI*, *MspI*, *NciI*, *RsaI*, *TagI* (Politov et al., 2000; Kohlmann et al., 2007). Анализ длин рестриктных фрагментов после расщепления ПЦР-продукта проводили в 2%-ном агарозном геле для всех рестриктаз за исключением *BstNI*. В последнем случае длины фрагментов анализировали в 1.3%-ном геле. С целью выявления полиморфизма, проявляющегося на уровне низкомолекулярных фрагментов, продукты расщепления исследуемого участка мтДНК ферментами *DdeI* и *HaeIII* анализировали также в 11%-ном полиакриламидном геле. Для электрофореза использовали трис-ацетатную или трис-ЭДТА-боратную буферные системы (Маниатис и др., 1984).

На основании полученных данных для каждого образца был составлен комплексный гаплотип, представляющий собой комбинацию гаплотипов взятых в анализ рестриктаз. Для построения медианной сети (Minimum Spanning Network, MSN) комплексных гаплотипов использовали программу Network 4.2.0.1. (Fluxus Technology Ltd.).

### Результаты и обсуждение

Всего для сига Европейского Севера России описано 23 комплексных гаплотипа, два из которых – P524 и P3 – ранее отмечены у пыжьяна (*C. pidschian*) и муксуна (*C. muksun*) Сибири (Politov et al., 2000) (табл. 1). Полиморфными оказались сайты узнавания 12 ферментов рестрикции; сайты узнавания четырех ферментов (*AseI*, *HincII*, *HinfI* и *TagI*) были мономорфны. По сайтам пяти рестриктаз (*Bsp1286I*, *BstNI*, *BstUI*, *HhaI*, *MspI* и *NciI*) выявлен низкий уровень полиморфизма: в большинстве популяций сига преобладающим по каждой из них является одинаковый широко распространенный гаплотип. По сайтам рестриктаз *AvaII*, *DdeI*, *DpnII*, *HaeIII*, *HphI* и *RsaI* уровень полиморфизма значительно выше. Всего с использованием указанного набора рестриктаз проанализирован

полиморфизм 408 п.н., что составляет примерно 20% длины ND-1фрагмента.

Число комплексных гаплотипов в изученных популяциях варьирует от одного (оз. Нижний Нерис) до девяти (оз. Онежское) (табл. 1).

**Таблица 1.**

Частоты комплексных гаплотипов и показатели генетического разнообразия исследованных популяций сига

КГ	Исследованные популяции										
	ИМ	УМ	НР	КР	СГ	СМ	ЗОН	ОН	ДВ	ЧД	КБ
P524	0.14	–	–	–	–	–	–	–	0.11	–	0.24
P3	0.03	–	–	–	–	–	–	0.04	0.11	–	0.04
L1	0.80	0.76	–	0.19	–	0.10	–	0.28	0.34	0.57	0.14
L2	–	–	1.00	0.35	0.78	0.50	–	0.42	0.11	0.14	0.07
L3	–	–	–	0.46	0.15	0.10	0.91	0.07	–	–	–
L4	–	–	–	–	–	0.10	–	–	0.11	–	–
L5	–	–	–	–	–	–	–	0.04	0.11	–	0.42
L7	–	–	–	–	–	–	–	0.04	–	0.29	–
L8	–	–	–	–	–	–	–	0.04	–	–	–
p	0.03	0.24	0	0	0.07	0.20	0.09	0.07	0.11	0	0.09
n	1	3	0	0	2	1	1	2	1	0	3
N	40	17	15	26	27	10	11	28	9	7	57
H	0.35	0.42	0.00	0.66	0.38	0.76	0.18	0.75	0.92	0.67	0.75
π	0.0014	0.0013	0.0000	0.0034	0.0022	0.0042	0.0016	0.0042	0.0042	0.0032	0.0040

Обозначения: КГ – комплексный гаплотип; p – частота уникальных гаплотипов; n – число уникальных гаплотипов в популяции; N – численность выборки; H – гаплотипическое разнообразие; π – нуклеотидное разнообразие. Популяции: ИМ – оз. Имандра; УМ – р. Умба; НР – оз. Нижний Нерис; КР – р. Кереть; СГ – оз. Сегозеро; СМ – оз. Сямозеро; ЗОН – Заонежье; ОН – оз. Онежское; ДВ – р. Северная Двина, устье; ЧД – оз. Чудское; КБ – оз. Кубенское.

Анализ распределения гаплотипов между популяциями с помощью критерия  $\chi^2$  показал достоверные межпопуляционные различия ( $\chi^2=1300.7$ ;  $P<0.001$ ). Наибольший уровень гаплотипического разнообразия отмечен в выборках из озер Сямозеро, Онежское, Кубенское; самыми высокими показатели нуклеотидного разнообразия оказались в популяциях озер Сямозеро, Онежское и реки Северная Двина. В восьми из 11 изученных популяций, помимо широко распространенных, обнаружены уникальные комплексные гаплотипы; их доля в разных популяциях варьирует от 0.03 до 0.24 (табл. 1). Обращает на себя внимание тот факт, что, несмотря на небольшие объемы выборок из Сямозера и Северной Двины, для них отмечен высокий уровень полиморфизма.

В популяциях сигов Европейского Севера России преобладают два комплексных гаплотипа – L1 и L2, которые отличаются друг от друга нуклеотидными заменами в сайтах двух рестриктаз (рис. 2). Как правило, если в популяции доминирует один из них, то второй гаплотип имеет либо существенно более низкие частоты, либо вообще отсутствует в данной популяции. Гаплотип L1 наиболее широко распространен у сига озер Имандра, Чудское, а также рек Умба и Северная Двина. В озерах Онежское, Нижний Нерис, Сегозеро, Сямозеро преобладает гаплотип L2 и его производные. В реке Кереть и в озере Кубенское наибольшую частоту имеют гаплотипы L3 и L5 соответственно, которые, однако, более близки гаплотипу L1, чем L2 (рис. 2).

В целом большинство выявленных гаплотипов дифференцированы друг от друга нуклеотидными заменами в одном-трех сайтах рестрикции (рис. 2). Максимальное число рестрикционных сайтов, различающих комплексные гаплотипы, достигает восьми (например, между гаплотипом LN2, выявленным в популяции карликового сига нельмушки Кубенского озера и гаплотипом ON1 сига оз. Онежское). Как правило, внутри популяции различия между гаплотипами, выявляемые методом ПЦР-ПДРФ анализа, обусловлены нуклеотидными заменами в трех сайтах рестрикции. Исключение составляют популяции Кубенского и Онежского озер, где дифференциация между гаплотипами может достигать нуклеотидных замен в шести сайтах.

Следует отметить, что выявлены случаи, когда замена нуклеотида в сайте одной рестриктазы может приводить к появлению/исчезновению сайтов рестрикции еще нескольких ферментов. Недостаточное внимание данному факту будет приводить к завышению уровня дифференциации между гаплотипами, поэтому указанная особенность учитывалась нами в настоящей работе.

Анализ медианной сети комплексных гаплотипов сига с





характерна и для ряпушки (*C. albula*): в популяциях, населяющих водоемы близ южной границы ареала генетическое разнообразие значительно выше (Боровикова, 2014).

Анализ же происхождения того или иного гаплотипа с помощью медианной сети позволяет обсуждать особенности расселения сига по территории Европейского Севера после отступления последнего ледника. Так, филогенетические связи и закономерные изменения частот ряда гаплотипов (в частности, L1, L2, L3) свидетельствуют о существовании встречных потоков расселения сига в меридиональном направлении. Полученные результаты хорошо согласуются с имеющимися данными по филогеографии других представителей не только семейства Coregonidae, но и отряда лососевидных в целом (Боровикова, Махров, 2014).

Авторы благодарны за помощь в сборе материала сотрудникам Вологодской лаборатории и Псковского отделения ГосНИОРХ, Гордеевой Н.В., Новоселову А.П., Решетникову Ю.С., Соколову С.Г., Стерлиговой О.П., Шарову А.Н., Шаровой Ю.Н., Широкову В.А., Щурову И.Л. Работа выполнена при финансовой поддержке Грантов поддержки молодых ученых – кандидатов наук МК-2049.2013.4, МК-2455.2013.4, а также грантов РФФИ 14-04-31112 мол\_а и 14-04-00213 А.

### Список литературы

- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1948. 466 с.
- Боровикова Е.А. Особенности периферических популяций ряпушки *Coregonus albula* (Linnaeus, 1758) (Coregonidae, Salmoniformes) // Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых ученых. Материалы конференции. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. С. 34–35.
- Боровикова Е.А., Гордон Н.Ю., Политов Д.В. Генетическая дифференциация популяций сига бассейна Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря. Материалы IX международной конференции. Петрозаводск, Карелия, Россия. 2005. С. 62–66.
- Боровикова Е.А., Махров А.А. Адаптивные возможности популяций и история их формирования: успех в расселении лососевидных рыб зависит от размеров приледниковых рефугиумов // Любичевские чтения – 2014. Сборник материалов конференции. Ульяновск: УлПГУ. 2014. С. 70–76.
- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж.. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М.: Мир. 1984. 480 с.
- Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. М.-Л.: Изд-во АН

- СССР. 1954. 324 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука. 1980. 300 с.
- Сендек Д.С., Новоселов А.П., Студенов И.И., Гуричев П.А. Происхождение сигов Беломоро-Кулойского плато // Материалы XI научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». СПб: Каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ. 2009. С. 5–24.
- Cronin M.A., Spearman W.J., Wilmot R.L. et al. Mitochondrial DNA variation in chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and chum salmon (*O. keta*) detected by restriction enzyme analysis of polymerase chain reaction (PCR) products // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1993. V. 50. P. 708–715.
- Jacobsen M.W., Hansen M.M., Orlando L. et al. Mitogenome sequencing reveals shallow evolutionary histories and recent divergence time between morphologically and ecologically distinct European whitefish (*Coregonus* spp.) // Mol. Ecol. 2012. V. 21. P. 2727–2742.
- Kohlmann K., Kempter J., Kersten P., Sadowski J. Haplotype variability at the mitochondrial ND-1 gene region of *Coregonus lavaretus* from Polish lakes // Advanc. Limnol. 2007. V. 60. P. 47–57.
- Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. 2007. 646 p.
- Østbye K., Bernatchez L., Næsje T.F. et al. Evolutionary history of the European whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) species complex as inferred from mtDNA phylogeography and gill-raker numbers // Mol. Ecol. 2005. V. 14. P. 4371–4387.
- Politov D.V., Gordon N.Yu., Afanasiev K.I. et al. Identification of palearctic coregonid species using mtDNA and allozyme genetic makers // J. Fish. Biol. 2000. V. 57 (Suppl. A). P. 51–71.
- Sendek D.S. Electrophoretic studies of Coregonid fishes from across Russia // Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 2002. V. 57. P. 35–55.
- Sendek D.S. The origin of sympatric forms of European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in Lake Ladoga based on comparative genetic analysis of populations in North-West Russia // Ann. Zool. Fennici. 2004. V. 41. P. 25–39.
- Svärdson G. The Coregonid problem. VI. The Palearctic species and their intergrades // Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. 1957. V. 38. P. 267–356.
- Templeton A.R. Nested clade analyses of phylogeographic data: testing hypotheses about gene flow and population history // Mol. Ecol. 1998. V. 7. P. 381–397.
-

# **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА ВОСПРОИЗВОДСТВО НЕВСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ (*Salmo salar*) В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ**

**Л.Ю. Бугров**

*Государственный научно-исследовательский институт озерного и  
речного рыбного хозяйства, Санкт-Петербург, Россия  
leonid\_bugrov@mail.ru*

## **Введение**

Проблема воспроизводства лососевых рыб в Балтийском регионе актуальна в международном масштабе. По данным ХЕЛКОМ, в настоящее время в водоемах Балтийского региона насчитывается около 40 популяций лососей и 500 популяций форелей, причем примерно половине из них срочно требуется восстановление. «Лосось и морская форель – уязвимые рыбы, в силу своего сложного жизненного цикла и привлекательности для рыболовов. Уязвимыми для многих факторов их делает также потребность в здоровой пресноводной среде обитания, поэтому популяции лососевых на Балтике страдают от деградации морской среды, создаваемых различными промышленными объектами препятствий для их миграции, изменения климата и других проблем, а также от чрезмерного вылова» (HELCOM, 2011).

Популяции лососей и морских форелей в Балтийском регионе критически низкие, и для их восстановления необходимо предпринять срочные меры, которые обеспечат выживание этих видов рыб. Некоторые популяции лососевых рыб поддерживаются только за счет выращивания молоди на рыбоводных заводах. Их «родные» реки нередко заблокированы гидроэлектростанциями, в ряде случаев поголовье лососей было полностью утрачено, однако реки, где они водились, все еще имеют потенциал для разведения этих рыб.

Популяция лосося р. Невы – фактически единственная во всем бассейне Балтийского моря, сохранившаяся до настоящего времени в генетически чистом виде. В силу уникальных биологических особенностей, именно она послужила донорским материалом для восстановления популяций этого вида не только в российских реках (рр. Нарова, Луга), но и в реках Скандинавских стран, откуда невский лосось был экспортирован в другие районы мира, в том числе в Канаду и Чили (Христофоров, Мурза, 2002). Регулярные работы по искусственному воспроизводству лосося на реке Неве проводятся с 1921 года на одном из старейших рыбоводных предприятий – Невском

рыбоводном заводе. Взамен старой производственной базы в 1999 году введена в строй 1-я очередь нового оборудования невского рыбоводного завода, что позволяет выращивать для выпуска в реку Неву 100.0 тысяч молоди лосося (60–70 тысяч двухгодовиков и 40–30 тысяч годовиков-двухлеток).

К сожалению, такие объемы искусственного воспроизводства не позволяют устойчиво поддерживать запасы лосося, а лишь спасают его от полного исчезновения. В то же время, простое наращивание объемов производства молоди не обеспечит повышение эффективности воспроизводства лососевых рыб без учета фактора климатических рисков. Известно, что жаркое лето 2010 года в России отмечалось как одна из самых крупных в мире климатических аномалий. В частности, в Москве 28 июля 2010 года зафиксирован новый абсолютный максимум температуры +38.2 °С. Тенденции изменений средней годовой температуры за период 1976–2010 гг., в сравнении с тенденциями 1976–2009 гг. существенно не изменились. По-прежнему, сохраняется тренд к повышению годовых температур на всей территории страны (Доклад..., 2010).

В дополнение к повышению эффективности воспроизводства за счет наращивания качественных и количественных показателей выпускаемой молоди, необходимо разработать рекомендации, которые позволили бы снизить климатические риски при выращивании холодолюбивых видов рыб. Невский лососевый рыбоводный завод (НЛРЗ) уже сталкивался с проблемой аномального прогрева воды, который нарушал плановую деятельность предприятия. В период аномально высоких летних температур в 2010 году вся молодь лососевых рыб с НЛРЗ была выпущена ранее запланированных сроков и жизнестойкостью ниже критической (температура воды в реке Неве превышала 24 °С).

Для корректной оценки существующих рисков и разработки соответствующих рекомендаций необходимо учитывать пороговые значения, определяющих верхний физиологический предел зоны температурной толерантности невской популяции лосося.

### **Материал и методы**

Для исследований были использованы данные Невского лососевого рыбоводного завода. Для выборки были взяты значения температуры воды (по месяцам) тех летних месяцев (июль и август), для которых существует риск значительного прогрева невской воды с нежелательными последствиями для выращиваемой молоди атлантического лосося.

Расчеты объемов воды, которую необходимо кондиционировать (охлаждать) в критические периоды на Невском лососевом рыбоводном заводе выполнялись на основе данных ведомостей учета забранной и

использованной воды. Исходные данные были предоставлены ФГБУ «Севзаприбвод».

### **Результаты и обсуждение**

Как Невский, так и Нарвский лососевые рыбоводные заводы уже сталкивались с проблемой аномального прогрева воды, который нарушал плановую деятельность данных предприятий. В 2010 году в период аномально высоких летних температур (выше 24 °С) воды в реках Неве и Нарве, рыбоводными заводами ФГУ «Севзаприбвод» часть молоди лососевых видов рыб была выпущена в естественные водоемы ранее запланированных сроков. Это привело к тому, что руководство ФГУ «Севзаприбвод» было вынуждено временно перейти на выпуск сеголеток атлантического лосося. Это был вынужденный шаг с учетом того, что в предыдущие годы основную долю выпускаемой с Нарвского рыбоводного завода молоди составляли годовики, а с Невского рыбоводного завода годовики – двухлетки и двухгодовики. На Невском рыбоводном заводе в удачные годы (2006) выпуск молоди старших возрастных групп достигал 140 тысяч штук, из которых 35 тысяч штук составляли двухлетки со средней массой 25,9 г, и 105 тысяч штук было выпущено в виде двухгодовалых смолтов со средней массой 54,4 г.

Оптимальный возраст и крупная штучная навеска выпускаемой молоди является залогом ее жизнестойкости, что играет определяющую роль в эффективности мероприятий по искусственному воспроизводству. Исходя из этих доводов по рекомендациям ФГБНУ «ГосНИОРХ» сеголетки лосося в 2011 году должны были быть переданы на другие рыбоводные хозяйства для использования дополнительных посадочных площадей и дорастивания молоди до жизнестойких стадий в более благоприятных температурных условиях. Сравнительный анализ показателей планируемого на 2011 год выпуска молоди с разных лососевых заводов Ленинградской области показывает, что именно температурный фактор является одним из ключевых для выращивания жизнестойкой молоди. На Лужском производственно-экспериментальном лососевом заводе удалось сохранить порядок выпуска годовиков с навеской 20 г. в количестве 100 тысяч штук. В то же время планируемый выпуск молоди с Нарвского рыбоводного завода опустился до уровня сеголеток (средняя штучная навеска 3–5 г), а с Невского рыбоводного завода еще ниже – до уровня сеголеток со средней штучной навеской в 1 г.

Предложения ФГБУ «Севзаприбвод» на 2013–2015 года по искусственному воспроизводству лососевых видов рыб предусматривают исправление провальной ситуации, сложившейся после аномального лета 2010 года. Однако, если планы на Лужском производственно-

экспериментальном лососевом заводе по ежегодному выпуску почти не подвергаются климатической угрозе, то на Нарвском и Невском рыбоводных заводах ситуация с аномальным прогревом речных вод может снова повториться. Климатические риски на данных рыбоводных заводах усугубляются тем, что водозабор на реке Нарва находится ниже подверженных прогреву озер и водохранилища, а река Нева истекает из мелководной прогреваемой части Ладожского озера и даже заглублиение водозабора на самой Неве не решает проблему.

**Таблица 1.**

Результаты наблюдений за температурным режимом в устье Невы  
(Источник: ЕСИМО.)

Месяц	Кол.набл.	Среднее	Максимум	Дата максимума
1	3224	0.01	0.6	30. 1.1989
2	2918	0.02	0.6	28. 2.1989
3	3220	0.14	2.4	27. 3.1990
4	3120	1.68	8.9	26. 4.2000
5	3224	7.94	16.1	31. 5.1984
6	3120	14.48	23.1	30. 6.1999
7	3100	17.98	24.2	29. 7.2003
8	3100	17.37	25.0	2. 8.2003
9	2999	12.94	19.4	2. 9.2002
10	3100	7.35	13.3	1.10.2006
11	2999	2.11	6.7	4.11.1984
12	3098	0.28	4.6	10.12.2006

Как следует из Таблицы 1, данные многолетних наблюдений ЕСИМО за температурным режимом в устье Невы свидетельствуют, что абсолютный максимум прогрева воды может достигать 25 °С. Следует, однако, принимать во внимание не только абсолютные величины температурных показателей, но также продолжительность воздействия температурного фактора на выращиваемую молодь лососевых рыб.

Для более детального анализа температурного режима были использованы записи рыбоводных журналов Невского лососевого рыбоводного завода за период с 2000 по 2011 годы (и частично данные 2012 г.), за исключением некоторых лет (2002, 2006 и 2007 гг.), информация по которым отсутствует. Для выборки были взяты максимальные, минимальные и средние значения температуры воды (по пятидневкам) тех летних месяцев, для которых наблюдался значительный прогрев.

Динамика летних максимальных и минимальных значений температуры воды по годам в период с 2000 по 2012 г. представлена в сводном виде на рисунке 1. Из графика видно, что максимальный прогрев воды на Невском лососевом рыбоводном заводе наблюдался в 2003 и в 2010 годах.



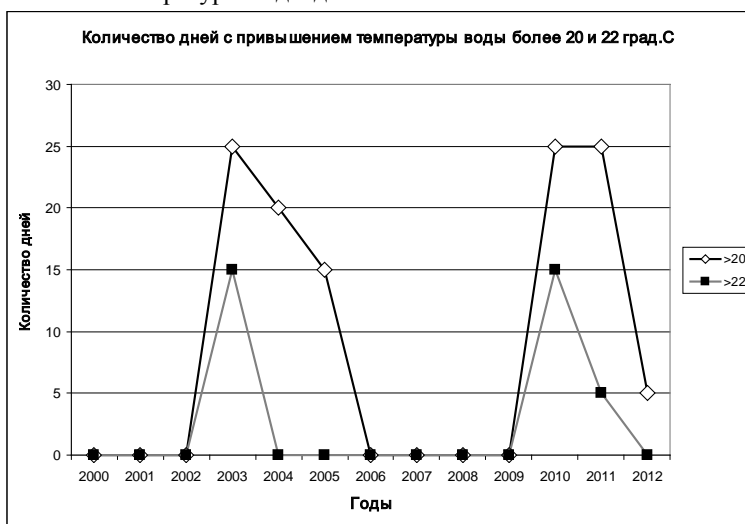
**Рис. 1.** Динамика летних максимальных и минимальных значений температуры воды по годам в период с 2000 по 2012 г. (значения за 2002, 2006 и 2007 гг. интерполированы)

Для разработки рекомендаций и технических мероприятий, направленных на кондиционирования температуры воды в сторону ее понижения, необходимо оценить продолжительность аномальных периодов с привязкой к уровню критического температурного воздействия. Продолжительность периодов с критическими для молоди лосося значениями температуры воды по годам в период с 2000 по 2012 г. представлена на Рисунке 2.

В качестве индикативных критических значений температуры воды были выбраны 20 °C и 22 °C с учетом результатов исследований изменчивости потомства разных самок невской популяции лосося по уровню тепловой выносливости, где было показано, что повышение температуры воды может вызывать гибель 10% рыб уже при 20,5 °C, а гибель 50% молоди лосося (показатель  $LT^0_{-50}$ ) может наступать при

22.2 °C. Температура, летальная для 50% рыб при постепенном нагревании варьировала у разных групп от 22.2 °C до 24.9 °C. Первый случай гибели молоди в опытах наблюдался уже при 20.5 °C, а последняя из испытанных рыб погибла при 25.2 °C. Усредненный уровень верхней летальной температуры для невской популяции атлантического лосося по результатам тестов потомства от 12 различных самок был определен как 23.6 °C (Бугров, 1982).

В этой связи следует также учитывать данные, приводимые М. Брукером с соавторами, которые в своей работе (Brooker et al., 1977) описывают случай массовой гибели взрослых особей атлантического лосося в реке Уай (Англия и Уэльс) в аномально теплом 1976 году при повышении температуры воды до 21.4 °C.



**Рис. 2.** Продолжительность периодов с критическими для молоди лосося значениями температуры воды по годам в период с 2000 по 2012 г.

Под температурной толерантностью организма принято понимать интервал температур, в котором возможно его существование. Применительно к оценке климатических рисков, сопряженных с аномальными летними температурами, наибольший интерес представляет верхний отрезок зоны термотолерантности. При этих значениях температур организм уже, как правило, не может осуществлять многие из своих физиологических функций, но еще в состоянии выжить, т.е. либо переждать неблагоприятные условия, либо выйти из под их воздействия (Проссер, 1977). Таким пограничным значением для молоди



атлантического лосося предлагаем считать первый температурный порог 20 °С (до начала гибели рыб).

Верхняя граница термотолерантности или второй температурный порог определяется тепловой выносливостью организма, которая особенно критична для выживаемости рыб, являющихся эктотермными организмами. Превышение второго порога в 22 °С может привести к массовой гибели молоди лосося и этот риск должен быть исключен.

Продолжительность воздействия пороговых температур, наблюдавшаяся в два аномально теплых лета 2003 и 2010 гг. на Невском рыбоводном лососевом заводе составляет 25 и 15 дней для первого и второго порогов в 20 °С и 22 °С соответственно. Эти показатели температурной толерантности могут быть взяты за основу при разработке мероприятий, направленных на снижение климатических рисков при выращивании молоди атлантического лосося.

### **Заключение**

Устойчивое развитие воспроизводства водных биоресурсов сдерживается не только отсталостью применяемых технологий, но и наличием климатических рисков на внутренних водоемах Северо-запада РФ. Невский лососевый рыбоводный завод, не имея системы охлаждения воды, периодически сталкивается с проблемами, вызванными аномально высоким прогревом воды в летние сезоны. Статистические данные показывают, что длительный прогрев невской воды на уровне 23–25 °С является весьма вероятным событием, которому необходимо противопоставить соответствующие защитные мероприятия.

Обработка и анализ записей рыбоводных журналов Невского лососевого рыбоводного завода за период с 2000 по 2011 годы (и частично данные 2012 г.) показали, что за данный отрезок времени летние температуры воды дважды превышали пороговые для молоди атлантического лосося значения в 20 и 22 °С, когда может наблюдаться гибель 10% или 50% особей соответственно. Литературные данные и результаты собственных исследований прежних лет (Бугров, 1982; Brooker et al., 1977) свидетельствуют о вполне корректном выборе данных пороговых значений, определяющих верхний физиологический предел зоны температурной толерантности лососевых рыб.

Для исключения климатических рисков, приводящих к сезонному перегреву воды, предлагаем следующие рекомендации:

1. Использование чиллеров – устройств для охлаждения воды, которые можно использовать без полноценной системы УЗВ (установок замкнутого водоснабжения, оснащенных биофильтрами), если на время 2–3 недель пиковых температур ограничивать или прекращать кормление

молоди. Предварительные расчеты показывают, что при максимальном потреблении воды на Невском лососевом рыбоводном заводе 322 000 м<sup>3</sup>/мес. (июль) 285 000 м<sup>3</sup>/мес. (август) проточный расход составит 432–383 м<sup>3</sup>/ч или 100 л/сек. С использованием оксигенации и без кормления рыб можно сократить расход воды до 10% подпитки (38–41 м<sup>3</sup>/ч). Для молоди лосося в критические летние сезоны будет достаточно добиться охлаждения воды за счет chillera на 5 °С с 23–24 °С до 18–19 °С.

2. Использование систем кондиционирования (охлаждения) воды в цехах рыбоводных заводов за счет применения рециркуляционного оборудования с чилером, встроенным в УЗВ. Такое решение будет целесообразным при невозможности или нежелательности переноса существующего лососевого рыбоводного завода на другое место.

3. Использование трубопроводов с глубоководными водозаборами на естественных водоемах с выраженной температурной стратификацией (например, на Ладожском озере). Северо-западное побережье Ладоги характеризуется достаточными глубинами, подходящими сравнительно близко к береговой черте, что позволяет построить новый цех со сравнительно недорогим трубопроводом для снабжения холодной водой рыбоводного завода. Капитальные затраты на реализацию такой схемы будут ниже, нежели при строительстве рыбоводного завода на базе УЗВ.

### Список литературы

- Бугров Л.Ю. Изменчивость потомства разных самок атлантического лосося *Salmo salar* L. по уровню тепловой выносливости. – Сб. научных трудов ГосНИОРХ, 1982, в. 178, с. 29–38.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год. – Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды / Москва, 2010 г., 66 с.
- Проссер Л. Сравнительная физиология животных, т. 2. М. 1977.
- Христофоров О.Л., Мурза И.Г. Промысел и воспроизводство атлантического лосося в бассейне Балтийского моря: общая характеристика и вклад России. – Вопросы рыболовства. 2002. т. 3. № 2.
- Brooker M.P., Morris D.L., Hemsworth R.J. Mass mortalities of adult salmon, *Salmo salar*, the R. Wye, 1976. – J. of Applied Ecology, 1977. 14 (2).
- HELCOM, Salmon and Sea Trout Populations and Rivers in the Baltic Sea – HELCOM assessment of salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic Sea. Balt. Sea Environ. Proc. 2011. No. 126A.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ БЕЛОГЛАЗКИ *ABRAMIS SAPA L.* В БАССЕЙНЕ Р. ОКИ

**А.Д. Быков, С.И. Меньшиков, Ю.А. Митенков**

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, Москва, Россия,  
89262725311@mail.ru, menshikov@vniro.ru, mitenkov.yury@gmail.ru*

Учитывая определенный природоохранный статус отдельных реофильных видов рыб, занесенных в региональные Красные Книги субъектов Центрального Федерального округа и ограниченность ихтиологического мониторинга на большинстве рек Центральной России, представление новых данных о динамике численности популяций таких видов рыб, представляет определенный интерес, как в экологическом, так и рыбохозяйственном аспекте исследований. Белоглазка – как аборигенный представитель ихтиофауны бассейна Оки и имеющая определенное региональное рыбохозяйственное значение в недостаточной степени, как и большинство видов рыб Оки изучена рыбохозяйственной наукой. Морфобиологические особенности белоглазки верхнего течения р. Оки описаны в работе одним из авторов данной статьи по результатам предыдущих исследований (Быков, 2005). Проведение ФГУП «ВНИРО» комплексных рыбохозяйственных исследований на реке Оке и отдельных ее притоках в 2007–2013 гг. расширило объем сведений о состоянии популяции белоглазки в бассейне Оки.

### **Материал и методика**

Встречаемость в научно-исследовательских уловах и размерно-возрастные показатели выборки белоглазки на Алексинском, Серпуховском и Шиловском участках реки Оки, Вязниковском и Гороховецком участках р. Клязьмы, реках Жиздра и Пра приводятся по литературным данным (Быков, 2005; Королев, 2004; Отчет ГосНИОРХ, 2006; Иванчев и др. 2010). Промыслово-биологические показатели белоглазки из рек Ока, Клязьма и Москва приводятся по результатам ресурсных исследований проводимых лабораторией биоресурсов внутренних водоемов ФГУП «ВНИРО» в 2007–2012 гг. в бассейне р. Оки.

Определение возраста и полный биологический анализ 320 экз. белоглазки проводились по общепринятым методикам (Правдин, 1966).

Абсолютная численность белоглазки в р. Оке определялась методом площадей (Лапицкий, 1970) по результатам учетных съемок плавными сетями (шаг ячеи 30–45 мм). Коэффициент уловистости донной плавной трехстенной сети устанавливался на основе собственных наблюдений – 0.1.

Вариационно-статистическую обработку данных осуществляли биометрическими методами (Плохинский, 1978) с использованием программных пакетов EXCEL и STATISTICA 6.

### Результаты и обсуждение

Ареал белоглазки в окском бассейне охватывает реку Оку от устья р. Зуши и далее вниз по течению до впадения ее в Чебоксарское водохранилище. Из притоков Оки белоглазка обитает только в наиболее крупных – Жиздра (Королев, 2004), Пра, Пара, Проня (Иванчев и др. 2010), Упа, Москва, Мокша и Клязьма. В притоках Оки белоглазка встречается в уловах преимущественно в нижнем течении (в Клязьме до г. Петушки) так как обитание этого вида в небольших притоках связано, прежде всего, с нагульными миграциями из Оки в весенне-летний период и осенним скатом рыбы на зимовку обратно в Оку. В крупных притоках (р. Москва, Клязьма), весь жизненный цикл белоглазки происходит в пределах среднего и нижнего течения этих рек.

Встречаемость в научно-исследовательских уловах ставных и плавных сетей и размеры белоглазки в окском бассейне показаны в таблице 1.

В зависимости от участков реки, на которых проводился контрольный лов, шага ячеи плавных, ставных сетей и сезона года доля белоглазки в составе уловов колебалась от 1 до 88%. Применение мелкоячеистых плавных сетей (шаг ячеи 35–40 мм) в учетных съемках дает большую долю белоглазки в уловах. Наибольшая встречаемость белоглазки в сетных уловах в разные сезоны года отмечена весной на нерестилищах (Алексинский, Серпуховский участки реки), летом на нагуле (Рыбновский участок) и на зимовальных скоплениях осенью (Озерный участок реки Оки и Владимирский участок реки Клязьмы).

Белоглазка *Abramis sapo* L. в составе рыбного населения Оки относится к типичному представителю реофильной группы рыб-бентофагов, ведущему преимущественно стайный образ жизни с пищевой активностью в темное время суток. Основным биотопом в Оке для белоглазки является медиальная зона реки с глубинами не менее 2 м и относительно сильным (0,4–0,8 м/сек) течением. В светлое время суток белоглазка держится преимущественно в русловой зоне, в сумерках часть рыб мигрирует на нагул в рипальную зону реки. Младшие возрастные группы белоглазки также обитают в медиальной зоне реки на относительно больших глубинах, что косвенно подтверждается полным отсутствием молоди этого вида в уловах мальковой волокушей (Материалы, Сальников, Иванчев). В период паводков белоглазка на непродолжительное время заходит в значительных количествах в придаточную систему реки, на участки с илистыми грунтами. Пищевая

активность белоглазки не прекращается и в зимний период, что подтверждается ее относительно высокой долей в уловах рыболовов-любителей (Быков, 2005). В притоках Оки в ноябре 2010 г. были зафиксированы зимовальные скопления белоглазки на углубленном земснарядом участке реки Клязьмы в пределах Владимирской области.

**Таблица 1.**

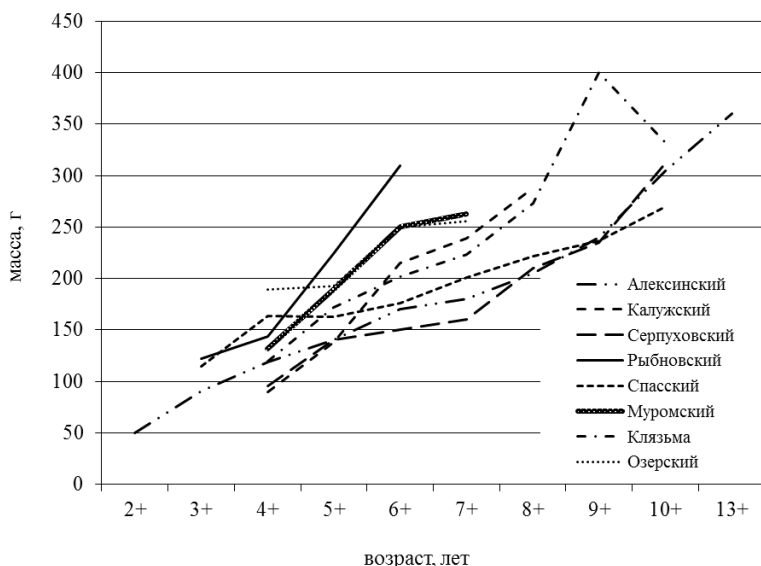
Доля в научно-исследовательских уловах и средние размеры белоглазки в бассейне р. Оки

Река	Участок реки	N, %	Масса в уловах, г		Орудие лова, шаг ячеи, мм
			Средняя	Пределы	
Ока	Белевский	9	97	90–110	С, 35–60
	Белевский	5–25	207	175–242	П, 40
	Калужский	4.9	170	120–190	С 35–60
	Калужский	1–33	198	66–290	П, 30–45
	Алексинский	2.7–24	213	213	С, 35–60
	Алексинский	5–30	233	50–370	П, 35; С 30–50
	Серпуховский	2.6–22	176	25–312	П, 35; С 30–50
	Ступинский	22.2	160	100–277	П, 35
	Озерный	57	236	125–337	С, 40
	Рыбновский	37	163	118–310	П, 35
	Шиловский	3.1	181	115–408	С, 30–60
Клязьма	Касимовский	8.7	180	160–250	П, 45
	Муромский	7	182	114–218	П, 40–45
	Собинский	3.5	207	110–450	П, 40
	Владимирский	22–88	170	86–335	С, 40–50
	Вязниковский	25	165	92–272	С, 30–60
Жиздра	Гороховецкий	20	182	76–215	С, 30–60
	Ковровский	8	146	50–188	П, 35
Москва	Перемышльский	4	160	80–200	С, 30–40
Пра	Раменский	2.1	157	48–188	С, 27–40
	Шиловский	0.1			С, 30–60

*Примечание:* N – доля белоглазки в сетных уловах по численности, %; П – плавные сети; С – ставные сети; 30–50 мм – шаг ячеи в сетях

Анализируя возрастной состав белоглазки, из разных участков р. Оки и реки Клязьмы можно отметить что, выборки белоглазки из рек Ока и Клязьма состоят из 4–9 возрастных групп. В сетных уловах преобладают рыбы в возрасте 3–7+. Наибольшая доля рыб в выборках (более 30%) имела возраст 3–6+ (рис. 2).

На рисунке 1 графически изображены сравнительные показатели весового роста белоглазки на разных участках рек Оки и Клязьмы. Наибольшим темпом роста белоглазка обладает в среднем и нижнем течении Оки в пределах Рязанской и Владимирской областей (Рыбновский и Муромский участки реки). Несколько меньшую скорость роста зафиксировали у белоглазки из Клязьмы и Калужского участка Оки. Достаточно быстро растет белоглазка в младших возрастных группах Спасского участка Оки, однако с возраста 5+ рост ее замедляется, и она имеет меньшую массу в возрасте 6–10+, чем белоглазка с Рыбновского и Калужского участков реки Оки и Клязьмы. Наиболее низкие показатели роста имеет белоглазка из Алексинского и Серпуховского участков Оки.

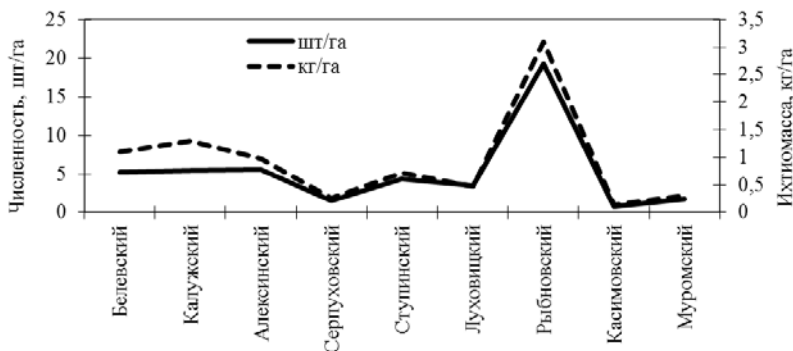


**Рис. 1.** Весовой рост белоглазки в бассейне р. Оки

Численность и распределение белоглазки в реке зависит, прежде всего, от гидрологического режима, характера и площади донных субстратов. По нашим наблюдениям, наибольшие уловы белоглазки, были зафиксированы на медиальных участках реки с достаточно сильным течением (0.4–0.6 м/сек) и с каменистым, песчано-галечниковым, глинистым и реже с песчаным дном. Глубина, на которой белоглазка встречается в уловах обычно составляет не менее 2 м. Наибольшая доля белоглазки в уловах плавных сетей, обычно фиксируется на тонях, где в составе уловов доминируют типично реофильные рыбы – стерлядь,

подуст, жерех.

В верхнем течении Оки относительная численность белоглазки в русловой зоне реки примерно одинакова на протяжении от Белевского до Алексинского участков и составляет в среднем 5 экз/га с рассчитанной ихтиомассой 1.1 кг/га. Вниз по течению, в пределах Московской области, индексы численности ихтиомассы несколько снижаются и на протяжении Серпуховского – Луховицкого участков средняя численность этого вида составляет 3.1 экз/га с рассчитанной ихтиомассой 0.48 кг/га. На Рыбновском участке среднего течения Оки относительная численность белоглазки резко возрастает до 19.3 экз/га и ихтиомассой 3.1 кг/га, а ее доля по численности в уловах плавных сетей возрастает до 37% по численности (табл. 1). На Касимовском – Муромском участках нижнего течения Оки средние относительные показатели численности и ихтиомассы наиболее низкие из всех обследованных участков – 1.2 экз/га и 0.22 кг/га соответственно (рис. 2).



**Рис. 2.** Средние показатели относительной численности и ихтиомассы белоглазки на разных участках р. Оки

Так как в учетных съемках использовались донные плавные трехстенные сети с шагом ячеи 40–45 мм, селективность и уловистость этих орудий лова сходная, а плавной лов проводился только в период нагула и сумеречное время суток, то объективные различия в уловах на усилии можно объяснить характерным распределением белоглазки по отдельным участкам Оки. Высокая численность и ихтиомасса белоглазки на Рыбновском участке Оки объясняется наиболее благоприятным для данного реофила условиями обитания – скоростью течения по руслу 0.6 м/сек; средними глубинами в медали реки – 3 м; относительно высокой биомассой макрозообентоса литофильных биоценозов (преимущественно кормовые двухстворчатые моллюски, ручейники, гаммариды) и

значительная площадь дна с песчано-галечниковыми грунтами.

Рассчитанная по среднемноголетним показателям уловов на усилии в плавных сетях, относительная численность и ихтиомасса белоглазки по отдельным участкам реки позволяет дать оценку суммарной численности и ихтиомассы половозрелой части популяции на всем протяжении реки Оки. Если принять суммарную площадь русловой зоны Оки в меженный летний период равной 25830 га, при средней по участкам реки относительной численности и ихтиомассе белоглазки равной 5.26 экз/га и 0.93 кг/га соответственно, то общая численность популяции этого вида в реке (без притоков) составит ориентировочно 135.8 тыс. экз. при общей ихтиомассе – 24 т.

### Список литературы

- Быков А.Д.* Морфобиологическая характеристика белоглазки *Abramis sapa* L. р. Оки // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. 2005, Вып. 80, с. 15–27.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю.* Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилежащих территорий. 2010 Рязань. НП «Голос губернии». 292 с.
- Липицкий И.И.* Метод учета численности рыб в Цимлянском водохранилище. Тр. Волгогр. отд. ГосНИОРХ, 1967, т. 3, с. 117–130.
- Плохинский Н.А.* Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 265 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. 375 с.
- Королев В.* Отчет «Ихтиофауна р. Жиздра в пределах национального парка // Фонды национального парка «Угра». 2004 г. 20 с.
- Отчет о НИР: «Оценка условий обитания, кормовой базы и запасов рыбных ресурсов рек Клязьма и Ока в границах Владимирской области». 2006. Фонды Нижегородской лаборатории ФГНУ «ГосНИОРХ». Н. Новгород. 62 с.



## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЛИНЯ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПОДРАЙОНЕ

Т.А. Ветлугина

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

В последние годы уловы ценных полупроходных и проходных рыб Каспийского бассейна резко сократились, и доля туводных рыб значительно возросла. Кроме того, речные виды составляют основу любительского рыболовства и играют важную роль в пищевом рационе населения. По пищевой ценности линь близок к сазану и карпу. Линь очень популярен в Европе: Чехословакии, Польше, Германии, Испании, его в массе добывают в Италии. В этих странах он входит в четверку выращиваемых в прудах рыб (после карпа, щуки, судака).

Линь *Tinca tinca* (Linne) является единственным представителем рода *Tinca*. В Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне встречается повсеместно в пределах своих биотопов.

Линь – типичный фитофил. Он использует для нереста все типы нерестовых водоёмов: мелководные малопроточные участки пойм, ильменей, култуков, а также мелководья у островов авандельты, однако, самыми продуктивными нерестовыми угодьями являются поймы в нижней части дельты. В современный период авандельта практически потеряла свою роль в размножении линя и решающую роль стали играть поймы и в меньшей степени култушные водоёмы.

В Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне нерест линя растянут. Его продолжительность составляет около 40 суток (с середины, иногда с начала мая, до конца июня). Благодаря тому что линь размножается в более поздние сроки, чем основная масса полупроходных и речных рыб, на эффективность его размножения в меньшей степени оказывает влияние гидрологический режим половодья. Поколения этого вида формируются в относительно стабильных условиях, что в течение многолетнего периода приводило к стабильности его численности и запасов [1, 2, 3].

Наблюдениями был охвачен обширный ареал обитания линя – дельта и авандельта реки Волги. Материал собирался из уловов рыбаков (механизированных звеньев), ведущих активный поиск и добычу рыбы в различных районах дельты и авандельты Волги во время весенней и осенней пуги. Кроме выше указанных материалов для анализа использовали пробы, собранные во время научных рейсов, которые проводились в мае – августе в различных районах дельты и предустьевое пространство Северного Каспия, охватывая Главный, Кировский,

Белинский и Гандуринский банки.

Запас линия оценивался методом площадей [4, 5, 6, 7].

Алгоритм расчетов был следующим:

– *вычислялся объём воды, в котором распространён линь (V),*

$$V = S \cdot h,$$

где: S – ареал распространения линя, h – глубина в ареале распространения

– *вычислялась эффективность промысла ( $C_{PUE}$ )*

$$C_{PUE} = \frac{C}{E},$$

где: C – улов, E – интенсивность промысла,

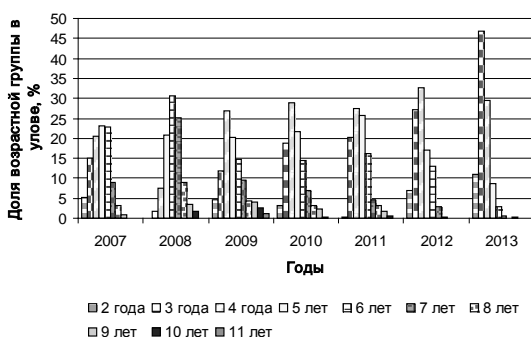
– *вычислялась биомасса (B)*

$$B = \frac{C_{PUE} \cdot V}{k},$$

где k – коэффициент уловистости орудий лова.

Коэффициенты уловистости пассивных орудий лова взяты из литературных источников [6]. Линь является типичным представителем лимнофильного комплекса. Он предпочитает водоёмы малопроточные, хорошо прогреваемые, заросшие водной растительностью.

В Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне промысловая популяция линя в 2007–2013 гг. состояла из рыб длиной 15–37 см, возрастом от 2 до 11 лет. Основу уловов составляли рыбы возрастом 3–6 лет. В 2013 г. в уловах увеличилась доля младших возрастных групп (2–3 годовиков), составивших в сумме 57.7% исследованных рыб (рис. 1). При этом доля 4 годовиков существенно не изменилась, а 5–6 годовиков резко сократилась (рис. 1).



**Рис. 1.** Возрастной состав линя в промысловых уловах в дельте р. Волги, %

В 2007–2013 гг. наблюдался относительно стабильный линейный рост

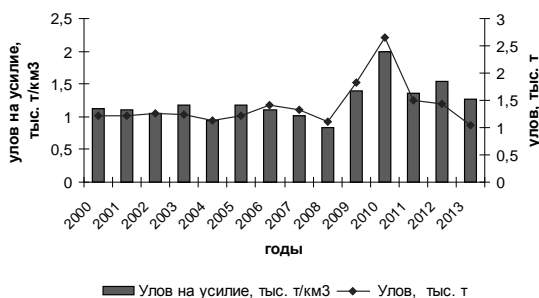
линя. Вместе с тем, в 2013 г. отмечалось некоторое снижение средней массы по всем возрастным группам, кроме 7-годовиков (табл. 1). Наиболее вероятной причиной этого является снижение обеспеченности линя кормом.

**Таблица 1.**

Средние длина и масса одновозрастных рыб в популяции линя

Годы	Возраст, лет								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина, см									
Средние 2007–2012 гг.	19.7	21.4	24.3	26.5	28.7	30.6	32.5	33.8	34.8
2013 г.	18.2	21.5	24.1	26.2	28.7	31.8	34.0	34.0	
Масса, кг									
Средние 2007–2012 гг.	0.201	0.258	0.386	0.474	0.618	0.736	0.888	0.971	1.135
2013 г.	0.150	0.246	0.345	0.442	0.587	0.792	0.805	0.890	

В 2000–2008 гг. уловы линя и его вылов на единицу промыслового усилия в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне характеризовались относительной устойчивостью и колебались в небольших пределах от 1.112 до 1.423 тыс. т и от 0.83 до 1.177 тыс. т/км<sup>3</sup>, соответственно. В 2009–2010 гг. уловы и вылов на усилие увеличивались (рис. 2). В 2011–2012 гг. уловы оставались на уровне предыдущего периода. Улов на усилие в 2012 г., хотя и снизился по сравнению с 2010 г., но был выше периода 2000–2008 гг. В 2013 г. наблюдалось снижение уловов и вылова на усилие, что является показателем снижения запасов этого вида (рис. 2).



**Рис. 2.** Уловы линя и его уловы на единицу промыслового усилия

На протяжении многолетнего периода решающую роль в формировании запасов линя играли условия воспроизводства и нагула. Его нагульный ареал обширный. Он обитает в реке, ильменях, култуках,

на морских опресненных мелководьях. Относительно стабильные условия его обитания на протяжении многолетнего периода приводили к стабилизации численности и запасов линя.

В 2009–2013 гг. запасы линя увеличивались с 7.17 тыс. т в 2009 г. до 10.840 тыс. т в 2010 г., далее наблюдалось их снижение до 6.28 тыс. т в 2013 г.

Линь относится к видам, общий допустимый улов для которых не устанавливается. Освоение объема его возможного вылова в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах в 2009–2010 гг. составляло 125.5% (2009 г.) – 182.2% (2010 г.). Указанный перелов отрицательно сказался на состоянии запасов в 2011 – 2013 гг., что привело к снижению его вылова.

Таким образом, для сохранения запасов линя необходимо снижение промысловой нагрузки на популяцию и строгое соблюдение рыбодобытчиками объемов возможного вылова этого малочисленного вида.

### Список литературы

1. *Ветлугина Т.А.* Особенности биологии и перспективы промысла линя в водоёмах дельты Волги // Первый конгресс ихтиологов России: тез. докл. – М.: ВНИРО, 1997. – С. 410.
2. *Аббакумов В.П., Ветлугина Т.А., Никитин Э.В., Родионова О.В., Тарадина Д.Г., Ткач В.Н.* Состояние запасов мелких пресноводных видов рыб в Волго-Каспийском районе и перспективы их промысла / Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2002 год. – Астрахань: КаспНИРХ, 2003. – С. 282–295.
3. *Кушнаренко А.И., Коротенко Г.М., Ветлугина Т.А., Ткач В.Н., Родионова О.В., Никитин Э.В.* Состояние запасов мелких пресноводных рыб и перспективы их промыслового использования // Результаты НИР за 2001 год. – Астрахань, 2002. – С. 227–236.
4. *Месяцев И.И., Зуссер С.Г., Мартинсен Ю.В., Резник А.К.* Запасы рыб и интенсивность промысла // Рыбное хозяйство. – 1935. – № 3. – С. 5–19.
5. *Яновский Э.Г.* Некоторые закономерности формирования численности поколений воблы, леща и судака в Северном Каспии // Тез. докл. отчетн. сессии КаспНИРХ. – Астрахань, 1975. – С.34–37.
6. *Кушнаренко А.И.* Эколого-этологические основы количественного учета рыб Северного Каспия. – Астрахань: КаспНИРХ, 2003. – 180 с.
7. *Кушнаренко А.И., Лугарев Е.С.* Оценка численности рыб по уловам пассивными орудиями // Вопросы ихтиологии. – 1983. – Т. 23. Вып. 6. – С. 921–926.

## СТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОГО КОРМОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА РЫБ В УСТЬЕ Р. СУНОГА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

Л.А. Воловова<sup>1</sup>, М.Г. Долгих<sup>1</sup>, М.И. Базаров<sup>2</sup>,  
А.В. Митителло<sup>1</sup>, Н.Г. Ключарева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «ВНИРО»), Москва, Россия, dolgikh@vniro.ru*

<sup>2</sup> *Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия*

Экспериментальная работа по натурному моделированию управляемого нагульного сообщества местных рыб по методике ВНИРО была выполнена на Рыбинском водохранилище на акватории биологической станции Сунога ИБВВ РАН в летне-осенний период 2011 года (Воловова, Красюк, 1987). Для выработки у рыб условного пищевого рефлекса и последующего привлечения к месту кормления предназначался специально сформированный сигнал, отвечающий определенным параметрам. Сигнал подбирался таким образом, чтобы он находился в диапазоне частот слухового восприятия рыб, был достаточной мощности для дистанционного восприятия и оптимальной структуры для его выделения на шумовом фоне акватории, а также не отпугивал гидробионтов (Воловова, 1981; Воловова, Шабалин, 1982; Воловова, 1988).

Для проведения исследований полигон был оснащен понтонным комплексом с гидроакустическим стимулятором «Сигнал-М» (рис. 1). Место установки понтона прицельно выбиралось по результатам батиметрической рекогносцировки, выполненной с помощью портативного эхолота Lowrance Mark 5x Pro. Понтон был установлен на якорях под левым высоким берегом реки Шумаровка, на русловом участке с глубиной 3.3 м.

Акустический стимулятор излучал кодированные послышки на частоте 300 Гц, состоящие из четырех импульсов следующей последовательности: первый – 100, второй – 290, третий – 290, четвертый – 180 мс; интервалы между импульсами в посылке – 180 мс, паузы между посылками 1.1 с. Максимально развиваемое преобразователем давление составляло не менее 20 Па в приведении к расстоянию 1 м от преобразователя, что позволяло рыбам воспринимать сигнал на удалении более 0.5 км. Питание акустического стимулятора на борту понтона осуществлялось от источника постоянного тока напряжением 12 В емкостью более 40 Ач с потреблением не более 100 Вт. Электрический

блок «Сигнал-М» обеспечивал ручную ступенчатую регулировку мощности излучения. При размещении антенны в непосредственной близости от кормовой площадки уровень излучения мог ситуационно варьироваться в пределах 7–10 Па. Дальность распространения сигнала на уровне шума оценивалась в 300–500 метров.



**Рис. 1.** Опытный понтон

Регулярные процедуры условно-рефлекторного обучения местных рыб начались 27.07.2011 и продолжались до 09.09.2011 г. Сеансы обучения рыб выполнялись дважды в сутки утром (7–8:30) и вечером (20–21:30) – в заревые пики кормовой активности рыб.

Процедура проведения сеанса была регламентирована во времени, и этот регламент сохранялся на весь период формирования рефлекса привлечения рыб на кормовую площадку звуковым сигналом:

- 5 минут – излучение сигнала без подачи корма;
- 25 минут – излучение сигнала с подачей корма;
- 15 минут – пауза, сигнал отключен, корм не подается;
- 30 минут – излучение сигнала с подачей корма.

Алгоритм обучения рыб имеет два этапа. Первый – выработка условного пищевого рефлекса на звуковой сигнал у рыб местного сообщества в радиусе обитания 300–500 метров. Второй – формирование управляемого пастбищного сообщества и увеличение численности вовлекаемых в управляемый нагул «диких» особей. В первом этапе сеансы обучения проводились ежедневно дважды в сутки, во втором присутствовал «день отдыха» через каждые два дня тренинга.

Каждый сеанс включал в себя следующие фазы – «фон» (наблюдения

в процессе подхода, причаливания лодки к понтону, выгрузки снаряжения и подготовке оборудования), «сигнал» (наблюдения при излучении сигнала), «сигнал-корм» (наблюдения при одновременной подаче корма с излучением сигнала) и «пауза» (наблюдения при прекращении воздействия). На каждом сеансе оператор вел дневник наблюдений, где фиксировал время начала и конца сеанса, погодные условия (температуру воздуха и воды, облачность, силу ветра, волнение и т.п.) и визуально контролируемое поведение рыб в окрестности и внутри понтона, и, по возможности, видовой и размерный состав.

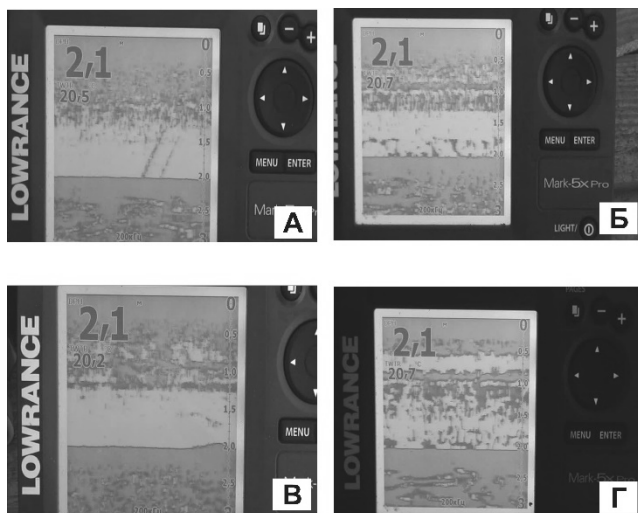
Количество корма подавали, начиная с небольшой произвольной дозы хлопьев заметного долго держащегося на поверхности воды корма, затем доза увеличивалась по мере интенсификации выедания. При стабилизации кормовой активности оптимальную дозу сохраняли в последующих сеансах.

Ряд обстановочных и временных факторов, такие как регулярный подход лодки к понтону, активность при монтаже сигнального и контрольного комплекса на понтоне, со временем начали возбуждать ориентировочную плавательную активность рыб вокруг и внутри понтона. От сеанса к сеансу характер отклика рыб на предложение корма отражал становление отношений в форме диалога.

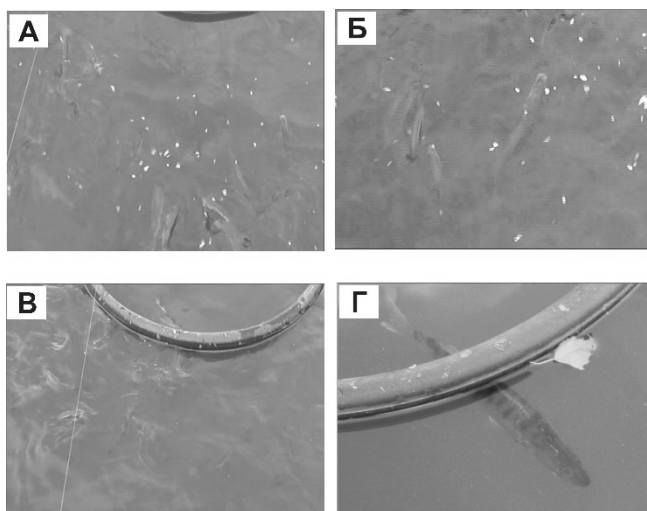
Визуально наблюдаемыми факторами процесса формирования активности рыб внутри понтона служили:

- подход рыб к поверхности воды внутри понтона;
- плавание рыб у поверхности (продолжительность, численность рыб);
- видовые и размерные вариации контролируемого сообщества;
- схватывание плавучих элементов кормушки;
- появление в сообществе хищников и их охотничье поведение;
- выпрыгивание из воды в ожидании корма;
- процесс кормления рыб (спокойный, конкурентно бурный и т.п.);
- скорость выедания порций корма в сеансах;
- вертикальное распределение рыб в толще (на мониторе эхолота) (рис. 2).

Регулярные визуальные надводные и подводные наблюдения за активностью рыб в понтоне описывались в журнале. Отдельные наиболее ярко выраженные паттерны с массовым участием рыб в процессе кормления были записаны на видео (рис. 3).



**Рис. 2.** Эхозаписи кормового поведения во время сеанса. А–Б – фаза «кормление» (А – рыба поднялась к поверхности, Б – крупная рыба держится у дна), В–Г – фаза «пауза» (В – рыба не опускается на дно, Г – рыба опускается ко дну)



**Рис. 3.** Фрагменты видеозаписи кормового поведения во время сеанса. А–Б – фаза «сигнал-корм» (А – 17.08.2011, Б – 1.08.2011), В–Г – фаза «пауза» (В – до появления хищника, Г – с появлением хищника)



Перед началом регулярных сеансов обучения фоновое состояние экспериментального полигона в штилевую погоду характеризовалось мозаичной картиной многочисленных стаяк «пасущейся» молоди рыб.

Стандартные формы поведения рыб контролируемой акватории, первоначально скрытые для визуального наблюдения, постепенно приобретали открытый демонстративный характер. Отслеживая и регистрируя в дневнике наблюдений появление нового качества в поведенческом паттерне рыб от сеанса к сеансу, удалось отобразить ее динамику в условной градации по десятибалльной шкале (Таблица 1). При этом за десять баллов принят установившийся и перманентно наблюдавшийся набор стандартных и эксклюзивных форм поведения локального сообщества рыб в финальных сеансах первого этапа.

Первые сеансы излучения звукового сигнала с синхронной подачей корма внутри понтона окрестные стайки молоди восприняли индифферентно. Язык «кормовой дорожки», тянущийся от понтона по течению, случайно обнаруживался стаиками рыб, и, выедавая его, рыбы заходили на кормовую площадку понтона. Так продолжалось 3–4 сеанса, прежде чем рыбы стали упредительно концентрироваться в окрестности и внутри понтона. Однако к 5–6 сеансу количество рыб постепенно увеличивалось за счет присоединения новых особей вследствие подражательного поведения.

До 12-го сеанса местные рыбы (в основном сеголетки) проявляли скрытую ориентировочную и исследовательскую активность в зоне понтона и кормились. По внешнему периметру понтона кормилась молодь (около 3 см длиной), под понтоном – стайки рыб размером 7–8 см, а в центре кормовой площадки – более крупные рыбы (от 10 см длиной). При этом рыбы предпочитали брать тонущий корм, а к 12-му сеансу сформировалось активное кормовое поведение.

На 13-м сеансе (4 балла) наблюдалось упредительное поведение стаи уклейки размером 10–20 см, а в слое у дна отмечалась концентрация рыб. В фазе «сигнал-корм» происходило активное кормление (вода «кипела» от стремительных бросков и захвата корма). В паузе рыба заглублялась на глубину 2–3 м.

На 14-м сеансе (5 баллов) в фазе «фон» появились признаки поисковой активности рыб непосредственно на кормовой площадке под поверхностью (круги, пузыри, волнение и т.п.), а в фазе «сигнал» на поверхности наблюдались 10–15 рыб в активном поиске корма. При кормлении отмечались более 50 экземпляров (плотва и уклейка, размером до 20–25 см), а корм поедался уже с поверхности. В броске за кормом рыбы делали «свечи». В паузе рыба погружалась в слой до 1.5 м.

**Таблица 1.** Система оценки поведенческой активности в баллах.

№ сеанса	Объект наблюдения	Размерный состав	Поведенческая активность				Балл
			фон	сигнал	сигнал-корм	пауза	
1–4	разновидовое скопление	около 3 см	не наблюдается, рыба присутствует в слое 0–1.5 м	не наблюдается	не наблюдается	не наблюдается	0
5–6	уклейка, плотва	молодь 10–12 см	—	—	возбуждение в центре понтона на подачу корма	рыба находится в понтоне	0–1
7–9	уклейка, плотва	10–30 см	круги на поверхности	отдельные рыбы в понтоне, поиск	броски кормом	за —	1–2
10–12	уклейка, плотва	разноразмерные (4–5 и до 20 см)	—	—	активное кормление	добирает корм	2–3
13	уклейка, плотва	10–20 см	концентрация у дна	упреждающий поиск	—	уходит с поверхности	4
14	уклейка, плотва	крупные и средние генерации (10–25 см)	активность в понтоне	активный поиск	—	—	5
15–16	уклейка, плотва	—	активность в понтоне (всплески)	всплески со дна поверхности	активное кормление	опускается до дна	6
17–18	уклейка, плотва, лещ, красноперка	—	массовая поисковая активность	массовая поисковая активность	—	—	6–7
19–20	уклейка, плотва	—	—	массовая поисковая активность у поверхности	активное массовое кормление	не уходит на дно	7–8
21–24	уклейка, плотва, хищники (окунь, судак)	судак порядка 30 см	на поверхности активной поиск	активный массовый поиск	—	активность во всей толще воды	7–9
26 и далее	разновидовое скопление (включая окуня, щуку и берша)	—	максимальная активность	максимальная активность	максимальная активность	максимальная активность	9–10

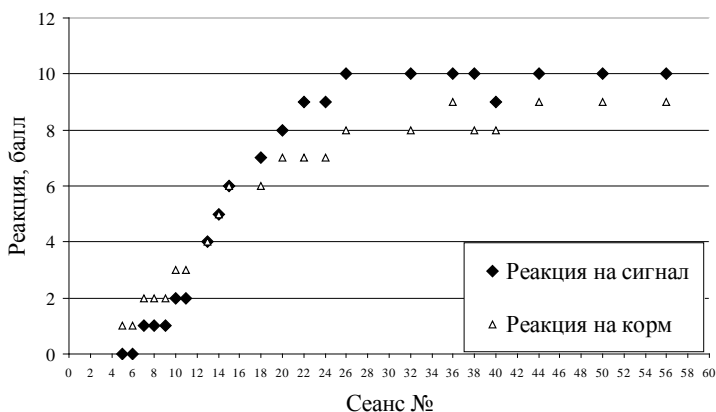
\* цветом выделено появление новых состояний

Сеансы 15–16 (6 баллов) характеризовались подъемом рыбы со дна и активным поисковым поведением у поверхности в фазе «сигнал». В фазе «сигнал-корм» наблюдалось массовое (более 50–70 экземпляров) активное кормление с уходом на дно в паузе. По окончании сеанса отмечалось большое скопление рыб в придонном слое.

В сеансах 17–18 (7 баллов) массовая поисковая активности рыб наблюдалась уже в фазе «сигнал», и, начиная с этого момента, информационная доминанта принадлежала сигналу (рис. 4).

К 20-му сеансу в паузе рыбы вообще не покидали кормовую площадку. С 21-го сеанса отмечалось наличие хищников в понтоне, а поисковая и кормовая активность проявлялись по всей толще воды.

В последующих сеансах управляемое локальное сообщество оставалось столь же массовым (рис. 3 А, Б, В). Данное сообщество, представленное разноразмерными представителями уклей и плотвы, приблизительно на третьей неделе ежедневных сеансов достигло сотен рыб, одновременно наблюдаемых под поверхностью при кормлении. Отмечались единичные появления окуня, судака, берша, щуки (рис. 3 Г). При этом, несмотря на постоянные атаки хищников, кормовая активность не снижалась. На экране эхолота отмечались скопления, занимающие иногда почти всю толщу воды. Звуковой сигнал становился доминантой в привлечении рыб на кормовую площадку (рис. 4).



**Рис. 4.** Динамика поведенческой активности рыб в период проведения сеансов

Ограниченная приемная емкость (ограниченные размеры площадки и малая глубина) лимитировала количество привлекаемых рыб. Высокая

конкуренция за получение корма отражалась в бурном поисковом и кормовом поведении во всех последующих сеансах и, по-видимому, стала причиной вытеснения с кормовой площадки мелких рыб. Температурный режим, погодные условия и продолжительность нагульного периода также влияли на кормовую активность. Пасмурная, дождливая или ветреная погода были причиной снижения поисковой и кормовой активности рыб, поскольку рыбы предпочитали уходить с поверхности и питаться на глубине, что приводило и затрудняло их идентификацию и подсчет.

Представленные данные свидетельствуют о том, что в результате выполнения программы работ на открытом водоеме удалось сформировать пастбищное ядро, в котором масса рыб собиралась на сеансы подачи сигналов и кормления. Местные рыбы начали реагировать на кормление примерно через неделю проведения сеансов, после чего их численность стала резко расти, а ее снижение произошло только в сентябре, когда рыба перестала выходить на поверхность.

### Список литературы

- Воловова Л.А.* Задачи экспериментов по управлению поведением рыб с помощью звуковых сигналов // Сборник научных трудов ВНИРО «Вопросы промысловой гидроакустики» – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – С. 85–96.
- Воловова Л.А., Красюк В.В.* Методические рекомендации по управлению морским нагулом и отловом радужной форели при помощи гидроакустических стимулов. – ВНИРО. М. – 1987.
- Воловова Л.А.* Форелевое ранчо, управляемое по гидроакустическому сигналу // Физические поля в рыбоводстве (Приложение к журналу «Рыбное хозяйство») – М.: В.О. Агропромиздат, 1988. – С. 39–52.
- Воловова Л.А., Шабалин В.Н.* Некоторые проблемы разработки гидроакустических методов и средств для управления поведением промысловых объектов // Тез. докл. научно-технич. совещ. «Использование физических раздражителей в целях развития морского рыбного промысла» (Клайпеда, 20–22 апреля 1982 г.) – М., 1989. – С. 27–28.
-

## К СОСТОЯНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА И СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЦЕННЫХ ВИДОВ ПРОХОДНЫХ РЫБ

П.Е. Гарлов<sup>1,2</sup>, Б.С. Бугримов<sup>2</sup>, Д.К. Дирин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «ГОСНИОРХ», [niorh@niorh.ru](mailto:niorh@niorh.ru),

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский Государственный Аграрный Университет,

<sup>3</sup>Зоологический институт РАН

В настоящее время численность популяций ценных видов рыб (лососевых и осетровых) сильно сократилась. В Северо-Западном регионе за счет заводского воспроизводства поддерживается численность Балтийской популяции атлантического лосося в реках Нарова, Луга и Нева, в реке Свирь – туводного лосося Ладожской популяции. Ранее до 10 тыс. шт. лосося в год вылавливали: в Неве – до начала XIX в., в Луге – до начала XX в, в Нарове – до 40-х гг.

В Нарове после резкого сокращения уловов почти до нуля к концу 50-х гг. и ввода в эксплуатацию Нарвского рыбоводного завода (в 1957г.) численность лосося постепенно возрастала, варьируя в пределах 300–1500 шт с 90-х гг и в пределах сотен экз. по настоящее время.

В Луге после такого же сокращения уловов к концу 60-х гг. численность производителей снизилась до 50–100 шт. к началу 90-х гг. После ввода в эксплуатацию Лужского рыбоводного завода (в 1989г.) и создания собственного ремонтно-маточного стада, обеспечивающего бесперебойную работу завода, численность промысловой части стада лосося к настоящему времени возросла почти до исходных показателей.

В Неве вскоре после начала работы Невского рыбоводного завода в 1921 г. максимальные уловы лосося достигали 3 тыс. шт. (1930–1934 гг.). Однако к 90-м гг. в связи с ухудшением экологической обстановки и интенсивным выловом произошло сокращение запасов лосося в Балтийском море. Численность его в Неве резко снизилась до 200–400 шт. Только после завершения реконструкции завода (в 1999г.) количество производителей заготавливаемых для воспроизводства увеличилось до сотен экз. Предполагается, что с учетом вылова в море, численность промысловой части стада Невского лосося также может достигать 1–1.5 тыс. шт.

В реку Свирь Ладожский лосось заходил до 20–30-х гг. в количестве более 10 тыс. производителей. К 40–50 гг. численность его Свирской популяции сократилась до 500–1000 шт и к настоящему времени она не превышает 200 шт. Поэтому Свирский рыбоводный завод, введенный в эксплуатацию в 1933г., испытывает постоянный недостаток в производителях. К настоящему времени возврат производителей

Атлантического лосося заводского происхождения составляет около 1% от общего количества выпущенной молоди, что свидетельствует о ее низкой выживаемости и необходимости совершенствовать биотехнику выращивания (Христофоров, Мурза, 2003; Доклад Коллегии ФАР, 2009).

В целом, искусственное заводское воспроизводство популяций лососевых рыб на северо-западе, наряду с общей целью, существенно отличается от такового в южных и восточных регионах и принципиально – от осетроводства. Для заводского осетроводства производителей заготавливают в низовьях рек на местах промысла, при полном запрете лова на нерестилищах. Напротив, подавляющее большинство лососевых рыбоводных заводов страны располагается на акватории низовых нерестилищ, непосредственно откуда и изымает зрелых производителей. После длительной инкубации икры и выращивания годовалой молоди ее чаще всего выпускают непосредственно на заводскую акваторию водоема. При этом, несмотря на постоянно проводимый мониторинг, особенности структуры популяций лосося в графике работы заводов и в конкретной биотехнике воспроизводства не учитываются, инструкция по разведению атлантического лосося устарела (Яндовская и др., 1979), а биотехника выпуска молоди до сих пор не разработана (Инструкция о порядке учета рыбоводной продукции..., 1995).

С целью массовой стандартизации доброкачественной продукции предлагается сочетать 2 пути совершенствования биотехники выращивания молоди. Прежде всего этого можно достичь наиболее эффективными рационами кормления с биоактивными добавками, пробиотиками, витаминами, иммуномодуляторами и пр. при нормативных сроках выращивания. Другим возможным способом достижения того же эффекта может быть метод акселерации развития и роста молоди путем выращивания ее в физиологически оптимальной обстановке, воздействуя на организм комплексом ведущих экологических факторов, прежде всего оптимальными – составом среды, температурой и продолжительностью светового дня. Для этого разработана система управления размножением и выращиванием промысловых рыб с целью внесезонного заводского воспроизводства их природных популяций и круглогодичного товарного выращивания, защищенная 5 авт. свид. СССР и патентом на изобретение РФ (Гарлов, Кузнецов, Федоров, 2014). Экологический принцип управления заключается в резервировании производителей рыб в универсальной для разных видов «критической» солености (4–8‰) при видоспецифических преднерестовых пороговых значениях «сигнальных» факторов (температуры и освещенности) и в последующем получении и выращивании потомства в комплексе оптимальных экологических условий.

Критическая соленость выполняет роль ведущего фактора в этом комплексе из триады экологических факторов сигнального и филогене-

тического значения, отражающем основной механизм миграций проходных рыб. Эти факторы определяют как сезонные физиологические циклы (температура, фотопериод), так и в целом физиологическое равновесие организма со средой (критическая соленость). В биотехнике лососеводства, как наиболее доступный метод, наиболее широко используется ризонаправленное управление фотопериодом, например для стимуляции смолтификации и полового созревания (Stefansson, 2008).

Основа предлагаемого метода управления темпами роста, степенью развития и сроками наступления смолтификации заключается в доращивании годовиков лосося в солоноватой морской воде, близкой к критической солености. Критическая соленость, являясь пороговой для созревания гамет морских и пресноводных организмов, определяет предел их физиологической устойчивости, а также ряд важных порогов, границ и градиентов взаимоотношений организма с внешней средой (Хлебович, 1974, 2012). Важно, что эта среда, естественная для нагула молоди в Финском заливе, оказывает минимально необходимое, физиологически адекватное пороговое воздействие на организм. В целом, она вызывает состояние слабо выраженного обратимого напряжения – «эустресса» и в природе, как и при искусственном выращивании, обеспечивает важнейший процесс – преадаптацию молоди рыб, в частности смолтов, к переходу в морскую среду обитания (Гарлов, 2013).

Влияние солоноватой морской воды (от критической солености до изотонической, не более 12‰) на рост и выживаемость промысловых рыб уже давно привлекают внимание исследователей и рыбоводов. В нашей стране проф. Е.К. Суворов (1940) впервые указал на возможность «использования скрытых возможностей роста рыб в солоноватой воде» и рекомендовал широко использовать ее в товарном рыбоводстве, особенно лососеводстве. Разведение лососевых в этой среде широко используется за рубежом, например в Норвегии, США, Канаде, Японии, Шотландии, Швеции, Дании и др. (Jobling, 1998; Stefansson, 2008). Эффект повышения выживаемости в этой среде молоди, усвоения корма сеголетками и особенно темпов роста годовиков установлен и у других видов рыб, например сельдевых, кефалевых, осетровых и даже карповых; он используется также при их транспортировке. Нашими многолетними исследованиями эффектов влияния среды критической солености на организм производителей осетровых и костистых рыб, вплоть до производственных проверок, была доказана возможность длительного резервирования их с сохранением высокого рыбоводного качества производителей и потомства (Гарлов, 2013; Гарлов и др., 2014).

На основании всего изложенного были проведены опыты по длительному выращиванию молоди лосося (>3000шт) в садках в солоноватой воде (до 4‰) Выборгского залива. В результате трехлетнего выращивания и бонити-

ровок молоди были установлены следующие показатели роста (Табл. 1).

**Таблица 1.**

Средние морфометрические показатели молоди Балтийской популяции лосося по всем партиям, выращенным в садках Выборгского залива и сравнение показателей ее массы с заводскими и нормативными величинами

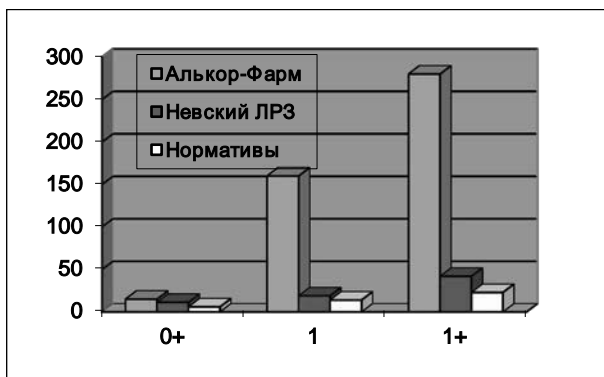
Показатели (см.)	Принятые условные обозначения	Средняя величина у молоди в морских садках	
		Двухлетки 1+	Трехлетки 2+
Длина головы	ao	4.6	7.45
Длина рыла	an	1.8	2.23
Диаметр глаза	pr	1.26	1.28
Заглазничный отдел головы	po	2.88	4.23
Высота головы	lm	4	5.39
Ширина лба	oz	2.01	3.42
Длина тела	ab	28.7	39.13
Длина тела без хвостового плавника	ad	26.2	35.1
Максимальная высота тела	gh	6.42	8.71
Минимальная высота тела	ik	2.19	3.32
От вершины рыла до спинного плавника	ag	13.1	15.9
От вершины рыла до анального плавника	ay	19.16	25.02
Длина основания спинного плавника	qs	2.74	4.88
Наибольшая высота спинного плавника	tu	2	2.90
Наибольшая высота анального плавника	h	1.82	2.3
Длина основания анального плавника	l	2.6	2.67
Масса (г.)	<b>m</b>	<b>280.0</b>	<b>694.97</b>

**Сравнительные показатели массы молоди Балтийской популяции лосося различных возрастных групп, выращенных в садках Выборгского залива, на Невском ЛРЗ и согласно нормативам.**

Партии выращенной молоди	Возраст, масса (грамм)			
	Сеголетки 0+	Годовики 1	Двухлетки 1+	Трехлетки 2+
«Опытная», Выборгский залив	<b>15</b>	<b>160</b>	<b>280</b>	<b>694</b>
«Контрольная», Невский лососевый рыбоводный завод	<b>11.3</b>	<b>26</b> <b>10–35</b>	<b>41.6</b>	-
Норматив по Ленинградской области	<b>5–7</b>	<b>9–18</b>	<b>20–25</b>	-



На основании этих показателей установлена следующая сравнительная динамика роста молоди лосося, выращенной в садках в солоноватой воде Выборгского залива (рыбопромысловый участок ООО «Алькор-Фарм») (Рис. 1).



**Рис. 1.** Сравнительные показатели массы тела (m, г.) молоди лосося (сеголеток, годовиков, двухлеток), выращенной в садках Выборгского залива (Алькор-Фарм), на Невском ЛРЗ и согласно нормативам.

Таким образом, преимущества садкового выращивания молоди лосося (смолтов) в солоноватой воде показаны в настоящей работе. Наибольшие отходы молоди лосося происходят на конечных этапах биотехники выращивания вследствие асинхронности достижения смолтификации, несоответствия степеней развития и акселерации в заводских условиях в речной воде, неподготовленности к выживанию в окружающей среде, например информационной обедненности и т.д. Это окончательно убеждает в необходимости разработки и испытания нового научно обоснованного биотехнического метода конечного садкового дорастивания заводской молоди в период ее смолтификации в садках в солоноватой воде и выпуска ее на подготовленные нагульные участки. Важно, что предлагаемый метод исключает и массовое появление карликовых самцов.

Наконец, необходимо разработать научно обоснованную биотехнику выпуска и распределения молоди лососевых на нагульные площади в водоем, аналогично применяемой в осетроводстве, каждый конкретный процесс которой должен быть предварительно распланирован и всесторонне организован с установлением персональной ответственности. Разработку биотехники выпуска молоди, оформленной в виде инструкции, следует рассматривать как приоритетную задачу и

важнейший заключительный этап системы воспроизводства, обеспечивающий его эффективность. В биотехнике выпуска молоди необходимо разработать и установить научно-обоснованные мониторингом места массового нагула и оптимальные сроки выпуска подготовленной двухгодичной молоди (с годовалого возраста – смолтов) в водоем и, главное, в этих условиях привлечь промышленный и спортивный промысел к мелиорации этой строго охраняемой, а по возможности и защищенной от любых хищников акватории. Дорашивание (особенно режимы кормления, ветнадзор) и выпуск молоди возможно проводить только под постоянным контролем ЛРЗ Севзаприбвода и Северо-Западного Территориального управления ФАР.

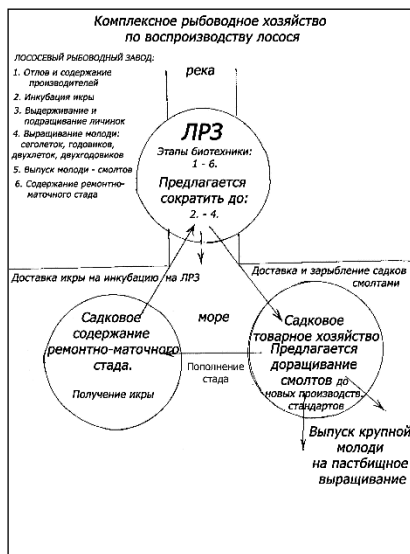
**Обязательно, чтобы садковый морской рыбоводный (рыбопромысловый) участок выступал в особом правовом (юридическом) статусе «заводского специализированного внешнего цеха» в составе ЛРЗ с зачетом всего цикла новой биотехники в продукцию собственно рыбоводного завода, что было особо подчеркнуто в наших отчетах и обращениях в СПбГАУ и Севзаприбвод в 2012г.**

Условия заготовки производителей в ущерб естественному воспроизводству и их нехватка делают необходимым формирование и содержание ремонтно-маточных стад в заводских условиях. В настоящее время в связи с растущим дефицитом доброкачественных производителей при заводском воспроизводстве лососевых и осетровых разрабатывают и уже успешно применяют биотехнику формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад в условиях речного водоснабжения. Для достижения высокой исходной рыбопродуктивности водоема необходимо не только увеличивать объемы заводского воспроизводства, но и восстанавливать естественное воспроизводство, масштабы которых были несопоставимы. Напомним, что в исторически более молодом осетроводстве производителей заготавливают в низовьях рек на местах промысла и доставляют их на вышерасположенные осетроводные заводы, ликвидируя, таким образом, основное противоречие между искусственным и естественным воспроизводством, в ущерб последнему.

К настоящему времени из-за нехватки производителей многие лососевые рыбоводные заводы, особенно в северных регионах, уже вынуждены начинать производственные циклы с инкубации привозной оплодотворенной икры.

На основе полученных результатов можем предложить на обсуждение следующую рабочую схему рыбоводного комплекса по воспроизводству лосося сочетающего индустриальные возможности заводского и садкового выращивания молоди в солоноватой воде критической

солёности (Рис. 2).



**Рис. 2.** Схема комбинированного рыбоводного хозяйства, включающая рыболовный завод и садково выращенные участки выращивания крупной молоди и ремонтно-маточного стада в солоноватой морской воде.

Для возможного внедрения предложенной биотехники непосредственно на рыболовных заводах, круглогодичного рыбозаведения, наконец для защиты продукции от загрязнений среды, разработана система замкнутого водоснабжения рыболовных хозяйств путем внесезонного подземного гидрокондиционирования среды (патент на изобретение 2400975). Система функционирует на основе новых принципов управления и на природно-промышленных принципах инженерной экологии (Гарлов и др., 2014).

### Список литературы

- Гарлов П.Е. Среда «критической» солёности как перспективная модель для изучения эустресса и развития аквакультуры. Коллективная монография: «Пятьдесят лет концепции критической солёности» (под ред.: Н.В. Аладина и А.О. Смурова). ЗИН РАН. 2013. С. 75–84.
- Гарлов П.Е., Кузнецов Ю.К., Федоров К.Е. Искусственное воспроизводство рыб. Управление размножением. Учебное пособие (СПбГАУ, СПбГУ, ФГБНУ «ГОСНИОРХ»). СПб.: «Лань», 2014. 256с.
- Доклад Коллегии Федерального Агентства по рыболовству. Итоги

- деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2007 году и задачи на 2009 год (20 марта 2009 г.). СПб.: Федеральное агентство по рыболовству. 2009. 91с.
- Инструкция о порядке учета рыболовной продукции, выпускаемой организациями Российской Федерации в естественные водоемы и водохранилища. Федеральное Агентство по Рыболовству. 1995. 49с.
- Суворов Е.К. 1940. Использование скрытых возможностей роста рыб // Информационный сборник консультативного бюро ВНИОРХа. № 4. С. 7–9.
- Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л., Наука, 1974: 235с. Очерки экологии особи. ЗИН РАН. СПб. 2012. 144с.
- Христофоров О.Л., Мурза И.Г. Состояние популяций и воспроизводство атлантического лосося в Российском секторе Балтийского моря // Атлантический лосось: биология, охрана и воспроизводство. Петрозаводск. КНЦ РАН Институт Биологии. 2003. С. 165–174.
- Яндовская Н.И., Казаков Р.В., Лейзерович Х.А. Инструкция по разведению Атлантического лосося. (под. ред. А.И. Левитан). Л.: ГосНИОРХ. 1979. 96 с.
- Jobling M. Environmental biology of fishes. Chapman, Hall, 1998. 455p.
- Stefansson S.O., Björnsson B.Th., Ebbesson L.O.E., and McCormic S.D. Smoltification. In.: Fish Larval Physiology (Finn R.N., Kapor B.G. Eds.) Science Publishers, Inc. Enfield (NH) and IBN Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 2008, Chapter 20. P. 639–681.
-

## К ИНТЕГРАЦИИ ПРАВОВОГО ПОЛЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕЧНЫХ СИСТЕМ

П.Е. Гарлов<sup>1,2</sup>, Д.К. Дирин<sup>3</sup>

*<sup>1</sup>Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства», [niorh@niorh.ru](mailto:niorh@niorh.ru), <sup>2</sup>Санкт-Петербургский Государственный Аграрный Университет, <sup>3</sup>Зоологический институт РАН*

В России существовало известное понятие «Петроградский форелевый район», основанное на изобилии нерестовых и нагульных водоёмов лососевидных рыб в бассейнах Финского залива и Ладожского озера (Дирин, 2003). По Балтийской железной дороге в город поступало около 300ц живой форели на 1 млн р. (1912 г.). Даже неполный список форелевых рек Псковской области включал 106 водотоков. В последующем без должной оценки рыбохозяйственного значения рек Севера и Северо-Запада России велись: тотальное проектирование ГЭС без рыбоходов, молевой сплав леса с устройством сплошных запоней в низовьях рек, с лесосводом в бассейнах и прибрежных зонах лососевых рек, загрязнением их промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками. Эта деятельность сопровождалась систематическим переловом ценных видов рыб и недостаточно эффективным искусственным, разведением. На 665 т/г. сократился промысловый улов семги р. Печоры (на 60%; в Карелии на 76%), Белого и Баренцева морей, или в целом на 54% за период с 1950 по 1960г. к концу XX века. Органы рыбоохраны, вместо должного контроля и организации промышленного рекреационного рыболовства, сосредоточились на введении все новых запретов, особенно на спортивный и любительский лов. Эта система погони за штрафами вполне удовлетворяет центральные и региональные ведомственные интересы. Уловы и запасы Ладожского лосося снизились в 12 раз, а в р-не Свирского рыбоводного завода в 130 раз. Из-за перелова производителей порой сбор икры здесь достигал 400% плана. В дальнейшем ликвидировали Ленинградскую областную инспекцию рыбоохраны и Ломоносовскую районную, ввели многолетний запрет рекреационного лова в ряде рек на весь период открытой воды (в Карелии), полный запрет в предустьевых участках (до 1 км) в большинстве рек и русловых озёрах. Совершенно недопустимо было введение многолетнего весеннего двухмесячника по охране щуки (запрет рыболовства) в лососевых, кумжевых, форелевых и хариусовых реках. Уже в 1954–1967 гг. промысловый улов крупной кумжи (средн. весом около 4, индивид. – до 18 кг.) в незагряз-

нённых озерах северной Карелии упал с 8 до 0.8 т/г. и не восстановился. Допущенная свободная продажа сетей и временная – «электроудочек» привели к тому, что фактическими хозяевами лососевых, кумжевых и форелевых нерестовых рек стали группы «сетевиков» и «токовиков», особенно в зонах влияния мегаполисов.

При ином подходе, промысел атлантического лосося, например в Канаде, дал 902 т рыбы в 1985 г., а рекреационный лов – 378 т. По экономической оценке картина была обратной: от промысла 6.5 млн. долл., против 83.6 млн. от рекреации – в 13 раз больше (Atl. Salmon fed., 1987). В общем улове рыбы в Канаде за 1975 и 1985 годы промысел дал 871 и 1265 тыс. т/г., а рекреация – 77 и 114 тыс.т/г. (соответственно), т.е. увеличение на 394, против 37 тыс.т/г. По экономической оценке в 1985 г. разлчие составило 2529 млн. долл. в пользу рекреации (на 386% в сравнении с 1975 г.). Эти соотношения должны аффективно работать и в России. В отношении нашей «малой» проблемы – отмены запрета на весенний рекреационный лов щуки (спиннинг, удочки, жерлицы) в водоемах с особо ценными видами рыб, известно, что молодь лосося и кумжи обычно живет в своих реках 2–4 г. до миграции в нагульные водоемы (на севере до 5–9 лет). За это время щуки выедают 30–50% дикой и до 70% «заводской» молоди лососей, а сокращение прессы туводных хищников может увеличить уловы лососей на 1/3. Необходимо безотлагательное и полное соблюдение экологического законодательства, включая международное право, в нерестовых для лососевидных рыб реках: 1 – по проектированию, строительству и эксплуатации плотин (устройство рыбоходов); 2 – по нормативам сточных вод и недопустимости аварийных сбросов; 3 – по полному сохранению коэффициентов лесистости, водоохраных зон и полос (их восстановление), особенно для малых рек и ручьев; 4 – недопустимость «коттеджной элиминации НВУ» – нерестово-выростных угодий, особо охраняемых рыбохозяйственных объектов (идет застройка берегов даже в особо охраняемых прибрежных территориях – ООПТ); 5 – регламенты промысловства в отношении размеров объекта (длина «ad») и приловов (%) должны соблюдаться и при рекреационном лове; 6 – необходимо срочное установление минимальной меры на лососевидных рыб не по обобщенной уравниловке, а на основе популяционных и половых различий производителей. При сокращении возрастного разнообразия необходимо введение «максимальной меры», как давно практикуется в США и рассчитано нами для ряда рек Севера и Северо-Запада.

С конца XX века угрожающее положение с регулированием рыболовства, состоянием водной среды и воспроизводством рыбных запасов на Северо-Западе и Севере России отмечалось более чем в 67

докладах и публикациях (к 2005 г.; ВНИРО, ЗИН, ПИНРО и др. учреждения), а экономические и социальные проблемы – более чем в 37 публикациях. В целом рекомендации не реализуются, либо катастрофически опаздывают, а положение на большинстве ценных репродуктивных водоёмах не улучшается. В этих условиях создание и развитие в России широко представленной Ассоциации «Форель и природа» является назревшей необходимостью (в США давно успешно действует «Trout unlimited». Проект Устава такой Ассоциации («Ф.И.П»), подготовлен и утвержден ЗИН РАН, СПбГУ и рядом Санкт-Петербургских природоохранных общественных организаций 6.06.1997.

В связи с наличием у России и Финляндии общих водосборных бассейнов Балтийского, Баренцева и Белого морей и растущим антропогенным влиянием на экологические условия существования гидробионтов, необходимы анализ, развитие, и внедрение эффективно координируемых мер по сохранению и восстановлению репродуктивного потенциала рек рыбохозяйственного значения (Дирин, 2003; Гарлов и др., 2009, 2011). В первую очередь, это относится к бассейну Финского залива и, особенно, к водоёмам, обеспечивающим воспроизводство лососевидных рыб. При этом, общая проблема состоит из четырёх основных разделов: биологического, гидрологического, экономического (включая развивающуюся рекреацию) и юридического. Содержание и актуальность тематики в этих разделах, непосредственно связаны с сохранением запасов рыб, особенно ценных проходных видов. Не случайно в Нью-Йоркской Резолюции ООН (1993 г.) отмечается необходимость обеспечения высокого уровня естественного воспроизводства рыб, в «странах происхождения». Следует отметить и актуальную задачу сохранения пресноводной жемчужницы (объект Международной Красной Книги), онтогенез которой, связан с естественным воспроизводством лососевых рыб рода *Salmo*.

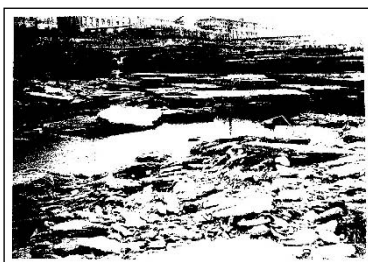
Предварительно, в биологической части сообщения можно отметить необходимость указания внутри видов лосося (*Salmo salar*, *S. salar morpho sebago*), кумжи (*S. trutta*, *S. t. m. lacustris*) и ручьевой форели (*S. t. m. fario*) популяций, отличающихся особо крупными размерами и высокой плодовитостью особей (Рис. 1). Эти данные следует дополнять сведениями о состоянии репродуктивных угодий, путей миграции и летовальных плесов (Рис. 2). Также необходимы данные по влиянию пресса туводных хищников и рыболовства (сроки запрета лова, минимальная и максимальная меры, нормы вылова, состояние и изменение структуры популяций, включая влияние выпуска рыбоводной продукции).

В части гидрологических проблем необходимо провести анализ изменения сезонных расходов водотоков (особенно в периоды летней и

зимней межени), температуры воды летом, эрозионных процессов, факторов загрязнения и очистки вод, сохранения или снижения уровня грунтовых вод. Необходимо также, восстановление величины сезонных расходов воды, путём задержки паводковых вод малыми запрудами, преодолимыми рыбой. Сохранение малых водотоков, особенно важно, в связи с их большим значением, для размножения лососёвых рыб.



**Рис. 1.** Кумжа озерная.



**Рис. 2.** Русло р. Наровы с *Salmo trutta m. lacustris* L., участком нерестилищ лосося, самец меченый обезвоженным после (метка: № UX3113), 1525г, 51.0см. постройки Нарвской 10.02.2009, р. Вуокса ГЭС.

Компенсации и налоги, получаемые при промышленном, аграрном, дорожно-строительном и социальном использовании водосборных бассейнов (включая рыболовство), должны строго реализовываться для эффективной охраны и воспроизводства гидробионтов, восстановления структуры популяций, особенно проходных рыб, и для развития ихтиологических исследований.

Необходим анализ, обобщение и эффективное внедрение следующих юридических рыбохозяйственных нормативов и правил рыболовства: сроков, мест, способов и квот вылова, минимальной и максимальной меры в разных популяциях промысловых рыб (с учетом возраста созревания, величины «остатков» – повторно созревающих особей, и запасов, а также пресса туводных хищников). Следует провести дальнейшую разработку экологических нормативов: ПДК, ширины водоохранных полос, сохранения и увеличения коэффициентов лесистости, динамики сезонных расходов (и так далее), а также компенсаций, конфискации, и штрафов при рыбохозяйственных нарушениях. Следует учитывать при этом разную воспроизводственную,



продукционную ценность водоемов и гидробионтов, без «сроков давности» в изменении условий репродукции (Дирин, 2003).

В связи с современным состоянием экологических и социально-экономических условий в нашем регионе, как и в целом, на Северо-Западе и Севере России рекомендуем следующий ряд организационно-хозяйственных мероприятий (Гарлов и др., 2009):

1. Необходимо создание единой базы данных по международному кодексу природоохранного законодательства, включая и «правовое поле» РФ, а также основные сведения и рекомендации по экологической безопасности регионов.

2. Целесообразно сформировать группу экспертов при областной и экологической прокуратурах из специалистов отраслевого природоохранного, рыбохозяйственного и академического профиля, например ЗИН РАН, БИНИИ СПбГУ, СПбГАУ, ГГИ, ГосНИОРХ и др.

3. Разработать положение об издании рыбохозяйственного, ихтиологического и природоохранного журнала для Северо-Западного и Северных регионов РФ и учредить это издание. До этого рекомендовать ввести раздел «Ихтиология и рыбное хозяйство» в один из рыболовно-спортивных журналов. Кроме того, публиковать данные о природоохранных исследованиях, рекомендациях и итогах их внедрения в региональных изданиях (сборниках, включая «ДСП»).

4. О всех изменениях, включая проекты реорганизации режимов на территориях и акваториях ООПТ, заблаговременно информировать их учредителей и разработчиков.

5. Сформировать объединенный специализированный Ученый Совет (ЗИН РАН, СПбГАУ, БИНИИ СПбГУ, ГГИ, ГосНИОРХ, природоохранные факультеты, кафедры и др.) для рассмотрения программ и основных рекомендаций по экологической проблеме. Из представителей Объединенного Совета создать постоянную группу для оперативного осуществления актуальных рекомендаций.

6. Создать временную рабочую группу по редактированию «Правил рыболовства» в соответствии с современными данными по сохранению воспроизводства и биоценоотическим связям особо охраняемых и основных промысловых рыб и других гидробионтов. Редактирование проводить с учетом их ресурсного социально-экономического потенциала и комплексных требований по охране водосборных бассейнов, особенно в отношении объектов Красной книги и основных объектов рыболовства и других водных биоресурсов.

7. Для усиления обмена информацией по меченым в Финляндии озерным кумжей и лососем целесообразно развивать совместные исследования и охрану бассейнов трансграничных рек, что и рекомендовано Союзом ученых

Санкт-Петербурга. Например, по данным Института дичи и рыболовства (Хельсинки), на оз. Сайма метят 10% выпускаемых рыб. У нас на р. Вуоксе-Тайполе (Бурная) за 20 мес. 1990/1991–1994/1995 и в 2009 гг. с 30.10 по 10.02 учтена поимка 11 меченых рыб и 1 метка – с соседнего района Ладоги. Общая доля заводских кумжи и лосося на контрольном участке реки составляет около 110 экз. В сумме эти виды могут достигать 15–19% от уловов (7 респондентов) или больше из-за потерь подвесных меток (4 плотины без рыбыходов). Характерно, что в период «гидрологической зимы» 1952–1959, 1962 гг. доля мелкой «белянки» (0.4–1.04 кг) – 38%, что в сравнении с 53% в выборке 1991–1995 гг. дает разницу в 15%. Это также свидетельствует о положительной роли финского рыбоводства. Отметим, что при доминировании русловых озер (77% длины Вуоксы) и длительной миграции молоди – 210–595 сут. (от гор. Varkaus и др.) пресс щуки может быть сильнее и численность ее необходимо снижать.

8. В связи с изложенным, рекомендовать управлению «Севзапрыбвод» и Северо-Западному территориальному управлению восстановить Ленинградскую областную инспекцию рыбоохраны.

Считаем своевременным и необходимым введение правового статуса «природно-промышленных рыбоводных комплексов» для рыбоводных заводов и представление плана мероприятий по разработке научно-методических обоснований их создания и использования (Гарлов и др., 2009). Такие природно-промышленные рыбоводные комплексы как важнейшие индустриальные составляющие должны входить в систему рационального рыбохозяйственного природопользования. Вся биотехника воспроизводства рыбных запасов (важнейших, трудно возобновляемых биологических ресурсов) природно-промышленными рыбоводными комплексами должна быть основана на индустриальных принципах инженерной экологии.

Цель воспроизводства – сохранение, поддержание и увеличение продуктивности популяций ценных видов рыб может быть достигнута только прямой заинтересованностью и ответственностью рыбоводных заводов (тем более в очевидном для обществественности правовом статусе «природно-промышленных рыбоводных комплексов», см. интернет) в ее достижении, т.е. в конечном промысловом возврате.

С другой стороны, в систему рыбохозяйственного природопользования необходимо включить аналогичный механизм обратной связи в виде разработки нормативной документации (по результатам анализа мониторинга) и паспортизации популяций ценных видов промысловых рыб. Паспортизация должна включать в себя характеристики прежде всего продуктивности, численности, полового и возрастного составов популяции, показателей состояния видового биологического прогресса, т.е. обязательный для соблюдения в графике и биотехнике заводского

воспроизводства нормативно-правовой комплекс.

Только установление взаимодействия прямых связей (функции заводов в ранге ППК) и обратных (нормативно-правовая паспортизация популяций) сможет обеспечить эффективность системы управления единым комплексом естественного и искусственного воспроизводства.

Наконец, важной задачей сохранения биоразнообразия природных ресурсов нашего региона является спасение Ладужской популяции Атлантического осетра (Кудерский, 1983, 2011). Для ее решения необходимо создание осетроводного хозяйства в бассейне Ладужского озера, водоеме оптимальном для сохранения маточного стада осетровых рыб на Северо-Западе. По нашему представлению эта задача может быть успешно решена только путем взаимодействия природоохранных и рыбохозяйственных мероприятий, что гарантирует надежное получение посадочного материала. Например, Германия и Польша успешно восстанавливают популяцию балтийского осетра. С нашей стороны для решения этой задачи предлагается система управления биотехникой воспроизводства в виде конкретных биотехнологических разработок (Гарлов и др., 2009, 2011).

### Список литературы

- Гарлов П.Е., Дирин Д.К., Шведов В.П. Биотехника воспроизводства и рекомендации по сохранению популяций ценных видов промысловых рыб. Материалы XXVIII международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера» (Петрозаводск, 5–8 октября 2009г.). Петрозаводск, 2009. Институт биологии КНЦ РАН. с. 138–142.
- Гарлов П.Е., Кузнецов Ю.К., Федоров К.Е. «Управление размножением рыб на основе эколого-гистофизиологических и экспериментальных исследований» (СПбГАУ, СПбГУ, ФГБНУ «ГОСНИОРХ»). «СПбГАУ МСХ РФ». СПб, 2011. 213с.
- Кудерский А.Л. Осетровые рыбы в бассейнах Онежского и Ладужского озер (Рыбы Онежского озера и их хозяйственное использование). – Труды ГосНИОРХ, 1983, Вып. 205: 128–149. Избранные труды. Т. 1. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 2011, вып 339. С. 92–122.
- Дирин Д.К. О состоянии правового поля лососевых водоемов. Материалы III (XXVI) Международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского севера» (11–15 февраля 2003 г.). Уральское отделение РАН, Коми Научный Центр, Институт Биологии. Сыктывкар, 2003. с. 30.

# РОЛЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

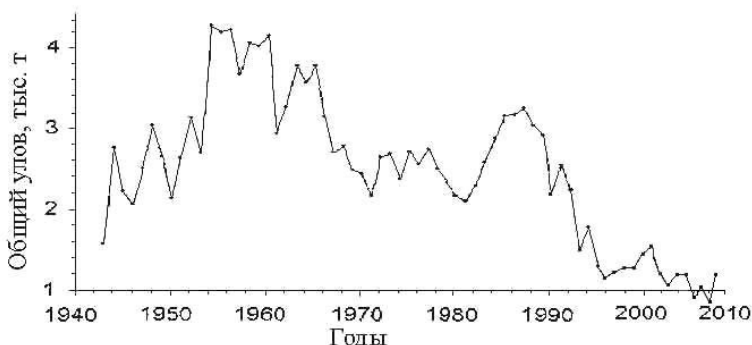
Ю. В. Герасимов<sup>1</sup>, С.Ю. Бражник<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИБВВ РАН, [gu@ibiw.yaroslavl.ru](mailto:gu@ibiw.yaroslavl.ru)

<sup>2</sup>ВНИРО, [inland@vniro.ru](mailto:inland@vniro.ru)

Более чем за 70 лет эксплуатации Рыбинского водохранилища общий официальный вылов рыб сохранял тенденцию к снижению. В период с 1945 г. до начала 1990-х гг. динамику уловов во многом определяли естественные причины, характерные для крупных искусственных водоёмов на стадии формирования их экосистемы [Balon, 1974 – цит. по Изменение структуры..., 1982].

В период первой фазы – вспышки общей продуктивности – в 1950–1960 гг. в Рыбинском водохранилище наблюдались максимальные зарегистрированные промысловые уловы (4304 т/год) (рис. 1), доминировал лещ (32% общего улова), за которым следовали судак (от 13 до 20%) и плотва (до 10%). Все это способствовало быстрому развитию промысловой базы. Масштабы сетного промысла, начиная с 1949 г., неуклонно расширялись. По данным Л. И. Васильева [1955], в 1949 г. выставлялось 495 сетей в месяц, а в 1954 г. – 5560 сетей. В 1953 г. было положено начало применению промыслового тралового лова [Васильев, 1955].



**Рис. 1.** Динамика промыслового вылова в Рыбинском водохранилище.

Фаза трофической депрессии началась в середине 1960-х гг. Уменьшение биомассы планктона и бентоса происходило на фоне процесса формирования донного рельефа водохранилища, вследствие

чего большинство мелководий превратились в песчаные пляжи (Курдин, 1976). Зона прибрежных зарослей сократилась до 1.3% площади водохранилища, что привело к резкому снижению продуктивности мелководий. Урожайность фитофильных рыб по сравнению с 1950-ми гг. снизилась на 20–30% [Современное состояние..., 1997]. Развитая промысловая база, сформировавшаяся на водохранилище в 1950–1960 гг., когда наблюдались максимальные уловы, продолжала воздействовать на уменьшающиеся в результате снижения общей продуктивности водохранилища запасы рыб, значительно ускоряя этот процесс.

Усугублялось это тем, что промысловый лов велся круглый год, причем не менее 1/3 улова добывалось весной в период нереста [Ильина, Поддубный, 1961]. Помимо промысловиков, на нерестилищах добывали рыбу многочисленные браконьеры. Установление запретных участков на нерестилищах, рекомендованное ИБВВ РАН еще в 1955 г., не дало результата, поскольку охрана этих участков так и не была налажена.

Все это привело к тому, что с 1954 г. наблюдалось устойчивое уменьшение уловов, что в свою очередь снижало рентабельность промысла и обусловило сокращение числа рыбаков (в 5.8 раза), количества неводов (в 13.6 раз) и сетей (в 1.3 раза). Подобное снижение промысловой базы привело к значительному сокращению промысловой нагрузки на оставшиеся запасы рыб. В результате этого в 1970-е годы и промысловые уловы, и уловы исследовательским тралом стабилизировались, но на более низком уровне, чем в 1950–1960 гг. В этот же период началась фаза постепенного повышения трофического уровня водоема в результате антропогенного эвтрофирования [Ривьер, Баканов, 1984]. Увеличилась площадь наиболее продуктивных серых илов, на которых биомасса кормовых организмов возросла в 5 раз по сравнению с начальным периодом существования водохранилища [Баканов, Митропольский, 1982]. Биомасса планктона увеличилась с  $0.54 \pm 0.07$  г/м<sup>3</sup> в 1970-е годы до  $1.61 \pm 0.28$  г/м<sup>3</sup> в 1980-е [Лазарева и др., 2012].

Сочетание этих факторов и снижения промысловой базы способствовало увеличению численности рыб и последовавшему за этим в 1980-х гг. повышению промысловых уловов (с  $2350 \pm 170$  т/год в 1970-х до  $3025 \pm 216$  т/год в 1980-х).

Дальнейшему повышению численности пополнения фитофильных рыб должно было способствовать и потепление, которое началось в середине 1970-х, но наиболее интенсивно проходит в 2000-е гг. [Литвинов и др., 2012]. В связи с этим изменились сроки перехода температуры воды через экологически важные ее значения. До потепления переход температуры через 4°C весной (установление гомотермии) наблюдался в среднем 6 мая, через 10 °C (начало биологического лета) – 19 мая, в

настоящее время даты сместились на 4 и 16 мая, соответственно. Аналогичная картина наблюдается осенью, когда даты обратного перехода приходится на более поздние сроки. В результате произошло смягчение температурных условий в нерестовый период и продление периода активного питания молоди.

Выживанию молоди способствовало и хорошее состояние кормовой базы. В водохранилище до 1990-х гг. наблюдалось увеличение биомассы зоопланктона, вызванное ростом количества ракообразных [Лазарева и др., 2012]. Максимум развития отмечен в 1980-х гг., в 1990-х продуктивность зоопланктона была вдвое выше, чем в 1950–1970-е гг. В последующие годы регистрировали некоторое снижение биомассы и продукции зоопланктона, тем не менее, его современные (2004–2010 гг.) значения в 1.3–1.6 раза превышают таковые в 1970-х гг.

Относительно стабильные условия нереста и состояние кормовой базы, а также потепление положительно сказались на урожайности поколений большинства массовых фитофильных видов. Все это в перспективе должно было благоприятствовать устойчивому состоянию популяций основных промысловых видов рыб в 1990-е и 2000-е гг., способному в течение длительного времени обеспечивать стабильные уловы.

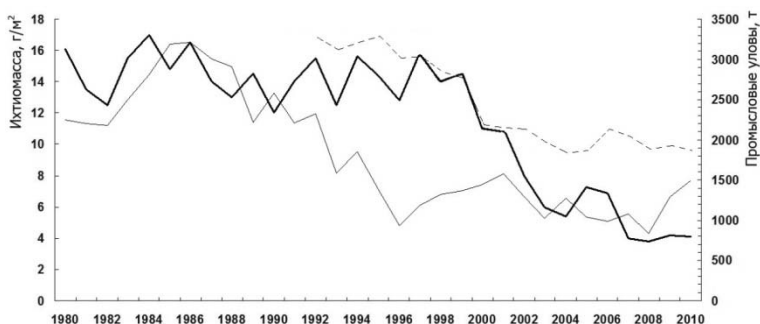
Однако, несмотря на это, в середине 1990-х гг. началось существенное сокращение запасов, обусловленное исключительно антропогенным фактором – интенсивным промыслом.

За период с 1980 по 2002 гг. число рыбаков, официально занимающихся промыслом, возросло до того же уровня, что и в середине 1950-х годов, а количество сетей превысило показатель тех лет в 4 раза [Герасимов и др., 2010]. Когда в 2003–2005 гг. из-за последующего снижения уловов число рыбаков стало опять уменьшаться, количество сетей на одного рыбака возросло до 100, максимального уровня за всё время существования Рыбинского водохранилища. Увеличение количества сетей происходило на фоне сокращения общих промысловых уловов ( $b = -0.76$ ).

С начала 1990-х гг. резко возросла нелегальная промысловая нагрузка, обусловленная отсутствием реального регулирования и большой долей неучтённого вылова, которая привела к подрыву запасов основных промысловых видов рыб [Герасимов и др., 2010]. Сложившуюся ситуацию усугубило принятие в конце 1990-х – начале 2000-х гг. нескольких недальновидных организационных решений. В 1990-е годы был организован так называемый лицензионный лов, когда любой желающий за символическую плату мог осуществлять на водохранилище лов сетями. Массовый наплыв желающих при отсутствии контроля привел к многочисленным злоупотреблениям и резкому возрастанию

неучтенного вылова рыбы из водохранилища и его притоков. Принятое через несколько лет решение о запрещении лицензионного лова уже не могло исправить ситуацию, поскольку большая часть рыбаков продолжала осуществлять лов нелегально, в том числе и в весенний нерестовый период. Этому способствовало очередное решение о реорганизации рыбохозяйственной отрасли, которое, в частности, на Рыбинском водохранилище, привело к 10-кратному сокращению количества инспекторов рыбоохраны.

В результате, в последние 15 лет промысел на водохранилище имеет практически нерегулируемый характер и отличается чрезвычайно интенсивным нелегальным изъятием рыбы. Показатель официального вылова не отражает величины реальных уловов, которые в настоящее время существенно превышают официальные данные. Например, снижение промысловых уловов в начале 1990-х гг. (по данным официальной промысловой статистики) обусловлено не снижением запасов, а сокрытием промысловиками значительной части уловов [Герасимов и др., 2010]. На это указывает то, что ихтиомасса, определяемая прямым методом с использованием гидроакустической техники, в этот период не показывала тенденции к снижению и не была достоверно связана с промысловыми уловами ( $r=-0.04$ ), тогда как с уловами исследовательским тралом наблюдалась значимая корреляция ( $r=0.47$ ) (рис. 2).



**Рис. 2.** Ихтиомасса по данным гидроакустических съемок (толстая линия), официальные промысловые уловы (тонкая линия) и фактические промысловые уловы с учетом нелегального изъятия (пунктирная линия).

В этот период вылов на одну сеть, по данным официальной промысловой статистики, составлял 50–70 г в сутки. Контрольные постановки сетей аналогичных промысловым, производимые на местах промысла, показали, что реальный вылов в периоды наиболее активного

промысла достигал 1 кг в сутки, а в среднем не менее 0.3 кг, что почти в 6 раз больше, чем по данным промысловой статистики. На основании этих данных и данных по динамике количества легальных и нелегальных орудий лова, выставляемых в Рыбинском водохранилище, было установлено, что реальный вылов в этот период достигал 3500 т в год при среднем значении  $3253 \pm 182$  т в год. Это было даже несколько выше, чем в 1980-х гг., когда, по официальной статистике, средний промысловый улов составлял  $3025 \pm 216$  т, а нелегальный вылов был незначительным. По официальной статистике, средние промысловые уловы в 1990-е гг. составляли всего лишь  $1700 \pm 160$  т в год, что почти в два раза меньше реальных уловов. Такая промысловая нагрузка начала сказываться на фактических уловах, и с 1996 г. было отмечено их снижение ( $b = -77.5$ ), при этом средний уровень общей ихтиомассы продолжал оставаться относительно постоянным. Основная причина снижения промысловых уловов заключалась в изменении качественного состава рыбных запасов, стало меняться соотношение рыб промыслового и непромыслового размера в сторону снижения численности крупных особей ( $b = -48.3$ ;  $r = -0.85$ ), что связано с их повышенной промысловой смертностью.

Процесс быстрого снижения ихтиомассы ( $b = -0.85$ ;  $r = -0.94$ ) был отмечен в начале 2000-х гг., причем впервые за всё время использования гидроакустической техники (с 1980 г.) показатель средней ихтиомассы упал до  $4.5 \pm 1.9$  г/м<sup>2</sup>, тогда как в период 1980–1990-х гг. средняя ихтиомасса оставалась относительно стабильной ( $b = -0.03$ ,  $r = 0.52$ ) и составляла в среднем  $14.2 \pm 1.1$  г/м<sup>2</sup>, при этом продолжалось сокращение доли рыб старших возрастных групп ( $b = -0.85$ ).

В результате снижения запасов рыб официальные средние промысловые уловы в 2000-е гг. упали до самого низкого уровня за все время существования водохранилища –  $1100 \pm 140$  т (рис. 1). Фактический вылов с учетом уловов браконьерскими орудиями лова и сокрытия части улова промысловиками также сократился и составил в среднем  $2030 \pm 101$  т в год.

### Список литературы

- Баканов А.И., Митропольский В.И. Количественная характеристика бентоса Рыбинского водохранилища за 1941–1978 гг. // Экологические исследования водоемов Волго-Балтийской и Северо-Двинской водных систем. – Л.: Наука. – 1982. – С. 211–228.
- Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. – М.: Наука, 1982. – 248 с.
- Васильев Л.И. Некоторые особенности формирования промысловой ихтиофауны Рыбинского водохранилища за период 1941–1952 гг. // Тр.



- биол. ст. Борок. – 1955. – Вып. 2. – С. 142–168.
- Герасимов Ю.В., Бражник С.Ю., Стрельников А.С.* Динамика структурных показателей популяции леща *Abramis brama* (Cyprinidae) Рыбинского водохранилища за период 1954–2007 гг. // *Вопр. ихтиологии.* – 2010. – Т. 50. – № 4. – С. 515–525.
- Ильина Л. К., Поддубный А.Г.* О некоторых закономерностях динамики стад промысловых рыб в Рыбинском водохранилище//*Труды совещ. ихтиологической комиссии АН СССР (под. ред. Е.Н. Павловского).* – М. Изд-во АН СССР. – 1961. – Вып. 13. – С. 374–380.
- Курдин В.П.* Особенности формирования и распределения донных отложений мелководий Рыбинского водохранилища // *Гидрологический режим прибрежных мелководий верхневолжских водохранилищ.* – Ярославль: Изд-во Ярославск. политехн. ин-та. – 1976. – С. 23–41.
- Лазарева В.И., Копылов А.И., Пырина И.Л., и др.* Структура и функционирование планктонных сообществ водохранилищ Волги//*Сб. докл. всеросс. конф. «Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ».* – Ижевск: Издатель Пермьяков С.А. – 2012. – С. 157–160.
- Литвинов А.С., Пырина И.Л., Законнова А.В. и др.* Изменение термического режима и продуктивности фитопланктона Рыбинского водохранилища в условиях потепления климата// *Сб. докл. всеросс. конф. «Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ».* – Ижевск: Издатель Пермьяков С.А. – 2012. – С. 157–160.
- Ривьер И.К., Баканов А.И.* Кормовая база рыб//*Биологические ресурсы водохранилищ.* – М.: Наука. – 1984. – С. 100–132.
- Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища.* – Ярославль: Изд-во ЯГТУ. – 1997. – С. 117–131.
- 
-

## ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО СТЕРЛЯДИ НА РЕЧНОМ УЧАСТКЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю.В. Герасимов<sup>1</sup>, Л.Е. Васюра<sup>2</sup>, О.Л. Васюра<sup>1</sup>,  
Кокорин О.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт биологии внутренних вод РАН,*

<sup>2</sup>*ФГБУ «Верхневолжрыбвод»*

В бассейне Верхней Волги основным объектом искусственного воспроизводства является стерлядь. Зарегулирование р. Волги и нарастающий браконьерский лов стерляди привел к сокращению ее промысловых запасов. В результате, в Волге и крупнейших ее притоках Оке, Каме, Мологе, Шексне стерлядь исчезла как промысловый вид. В результате изменившегося гидрологического режима водоемов, места нагула и нереста стерляди заилились, что привело к снижению площади, а затем и полному исчезновению естественных нерестилищ, и, соответственно, естественного воспроизводства. Снижению площади нерестилищ на речных участках Горьковского водохранилища способствовала масштабная добыча гравия на местах нереста стерляди.

Анализ состояния популяции в Горьковском водохранилище показал, что стерлядь до 1997 г. еще единично встречалась на речном участке водохранилища. Места поимки стерляди в весенний период были зарегистрированы на Пироговском, Лучинском, Богоявленском, Савинском и Антифьевском перекатах, у д. Реброво и д. Красный Волгарь. Также стерлядь отмечали в летний нагульный период на расположенных ниже по течению местах, а именно: в районе о. Туношенского, в районе впадения р. Солоница, у о. Ульяновский, в устье реки Сезема, в районе г. Волгореченск, в районе г. Юрьвец. Последняя поимка взрослой особи стерляди в траловых научно-исследовательских съемках Нижегородской лаборатории ФГНУ ГосНИОРХ отмечена в 1997 году.

В 1995 году в результате совместных работ сотрудников ИБВВ РАН и управления «Верхневолжрыбвод» была разработана научно-производственная программа по искусственному воспроизводству и сохранению стерляди в Горьковском водохранилище как биологического вида. В основу ее был положен отказ от зарыбления Горьковского водохранилища рыбопосадочным материалом, завозимым в то время из Волгоградской области, а создание местного маточного стада на основе еще сохранившейся малочисленной Окской популяции стерляди. Была разработана технология получения молоди стерляди в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) с целью достижения ею оптимальной навески к моменту выпуска в естественную среду. Технология подготовки

молоди к выпуску предусматривала трёхмесячное содержание молоди в прудах на естественных кормах, что способствовало приобретения молодью необходимых для выживания в естественной среде поведенческих навыков.

В 2003 г. была завершена реконструкция рыбоводного завода в п. Черная заводь Ярославской области с целью перевода его на искусственное воспроизводство стерляди. С 2005 года начались регулярные ежегодные выпуски молоди стерляди адаптированной к обитанию в естественной среде молоди стерляди с навеской 6.5 грамм в объеме 50 тыс штук. Выпуски молоди стерляди проводились как в водохранилище, так и в его притоки: реки Черная, Солоница, Которосль, озеро Чистое. Порядка 10 тыс. шт. молоди стерляди ежегодно выпускалось на участке Горьковского водохранилища в пределах Костромской области.

Цель работы данной работы – оценить эффективность искусственного воспроизводства молоди стерляди (*Acipenser ruthenus*) в Горьковском водохранилище.

Неофициальная информация о возобновлении случаев поимки стерляди в Горьковском водохранилище от рыбаков любителей и промысловиков стали поступать на второй год после начала работы Чернозаводского рыбоводного завода. Регулярные поимки 2-х и 3-х леток постоянно происходят в реке Черная и озере Чистом сотрудниками Ярославского областного отдела ФГБУ «Верхневолжрыбвод» при проведении контрольных ловов рыбы. Экземпляры более старших возрастных групп в реке Черная и озере Чистом не попадались. По всей вероятности, после выпуска, молодь стерляди в течении 2–3-х лет нагуливается в реке и озере после чего скатывается в Горьковское водохранилище.

Первый, официально зарегистрированный факт вылов стерляди в Горьковском водохранилище после начала работы Чернозаводского рыбоводного завода был зафиксирован 16 июля 2008 года в устье реки Черная (575.0 км.с.х.). При задержании браконьера, у него было обнаружено 7 экземпляров стерляди весом 100–150 грамм каждая. Предположительный возраст данных особей стерляди составлял 1+, год выпуска 2007.

Поимка стерляди при проведении траловой научно-исследовательской съемки Нижегородской лабораторией ФГБНУ ГосНИОРХ возобновилась с 2009 года (Табл. 1.).

**Таблица 1.**

Год	Дата	км с.х.	Глубина	Численность экз/га	N	L см.	возраст	Год выпус ка
2009	26.06	617	9	0.56	1	34.0	3+	2006
2009	04.07	660	13	0.56	1	24.0	2+	2007
2010	01.10	586		0.58	1	35.0	3+	2006
2013	28.09	617	9	0.42	1	29.0	3+	2009

17 ноября 2013 года сотрудники Северного ЛУ МВД России на транспорте на 508 км.с.х. (пос. Норское) задержал браконьеров с 3-мя экземплярами стерляди.

Ихтиологическую экспертизу по данному факту незаконного лова проводил Ярославский областной отдел ФГБУ «Верхневолжрыбвод» (Табл. 2.)

**Таблица 2.**

№	км.с.х.	L см	P гр	Пол	Возраст	Год выпуска
1.	508	62.0	2000	♀	9	2005
2.	508	47.0	800	♂	6	2008
3.	508	53.0	1100	♂	7	2007

23 апреля 2014 года Ярославским отделом ФГБУ «Верхневолжрыбвод» при проведении лова рыбы с целью заготовки гипофиза леща в охвостье Ульяновского острова (574.5 км.с.х) была осуществлена поимка 22 экземпляров стерляди (табл. 3). Размер особей колебался от 37 до 73 см. Вес стерляди составлял от 0.8 до 2.19 кг. Пол определен с помощью УЗИ, возраст не определялся. Рыба была помечена живлением чипа и выпущена в водоем.

**Таблица 3.**

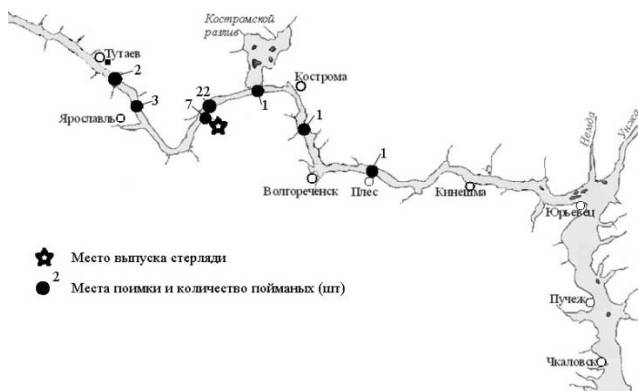
№	км.с.х.	L см	Р гр	Пол	Предположительный год выпуска
1.	574.5	66.0	1600	♀IV	2005
2.	574.5	63.0	1600	♀	2006
3.	574.5	60.0	1000	♂IV	2006
4.	574.5	63.0	1300	♂	2006
5.	574.5	65.0	1400	♀	2006
6.	574.5	60.0	1200	♀	2006
7.	574.5	71.0	1800	♂	2005
8.	574.5	72.0	2400	♀IV	2005
9.	574.5	67.0	1400	♂	2005
10.	574.5	73.0	2190	♀IV	2005
11.	574.5	66.0	1660	♂	2005
12.	574.5	69.0	2000	♀IV	2005
13.	574.5	61.0	1000	♂	2006
14.	574.5	60.0	1000	♀	2006
15.	574.5	62.0	1100	♀	2006
16.	574.5	42.0	800		2010
17.	574.5	51.0	1200		2008
18.	574.5	47.0	900		2008
19.	574.5	37.0	600		2011
20.	574.5	44.0	850		2010
21.	574.5	46.0	900		2009
22.	574/5	47.0	1100		2009

ОР ППС Тутаяевского МО МВД России 17 мая 2014 года на 494 км.с.х. (д. Брянцево) задержал браконьеров с 2-мя экземплярами стерляди. Ихтиологическую экспертизу по данному факту незаконного лова проводил Ярославский областной отдел ФГБУ «Верхневолжрыбвод» (Табл. 4.)

**Таблица 4.**

№	км.с.х.	L см	Р гр	Пол	Возраст	Год выпуска
1.	494	67.0	2000	♀IV	10	2005
2.	494	58.0	1000	♂	8	2007

Фиксируются поимки стерляди в местах нереста (Богоявленский перекат, д. Брянцево), нереста и нагула (Ульковский остов) и зимовки (п. Норское, Ярославль). Рыба образует скопления в данных местах, о чем говорит вылов от 2х и более особей в одно время (рис. 1).



**Рис. 1.** Места поимки стерляди на речном участке Горьковского водохранилища в период с 2008 по 2014 гг .

Регулярные поимки стерляди 2+, 3+ в реке Черная говорит о том, что рыба после выпуска с завода в течение 2–3 лет нагуливается в данном месте, а затем скатывается в Горьковское водохранилище.

После последней поимки стерляди (в 1997г.), вновь она стала ловиться на речном участке Горьковского водохранилища с 2008 года, т.е. через 3 года после начала регулярных ежегодных выпусков молоди настоящее время вылавливается стерлядь, полученная в результате искусственного воспроизводства на Чернозаводского рыбоводного завода. Стерлядь в Горьковском водохранилище распределяется в средней части речного участка от г. Тутаев до г. Плес (рис. 1). Судя по выловленным экземплярам, она активно нагуливается и достигает половой зрелости в возрасте 7+ и мигрирует до мест нереста, о чем свидетельствует выловленная на Богоявленском перекате и охвостье Ульяновского острова самки с икрой на IV стадии зрелости.

Таким образом, с 2008 по 2014 г. на речном участке Горьковского водохранилища известно о поимке 27 разновозрастных особей стерляди. Регулярные поимки стерляди в непосредственной близости от места выпуска (рис. 1) указывают на то, что данная стерлядь была выпущена с Чернозаводского рыбоводного завода. Это позволяет сделать предварительное заключение о положительных результатах искусственного воспроизводства стерляди на речном участке Горьковского водохранилища.

# НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЫБОЛОВСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

О.Я. Глибко<sup>1</sup>, А.А. Лукин<sup>2</sup>, Д.С. Беляев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ГосНИОРХ»

<sup>2</sup>Министерство природных ресурсов Республики Карелия

<sup>3</sup>Северо-западное территориальное управление Росрыболовства

Водные биологические ресурсы в экономическом и социальном аспектах являются фактором благосостояния и развития России, а для населения многих территорий – фактором выживания.

Решение существенной части проблем, стоящих сегодня перед рыбной отраслью, связано, прежде всего, с разработкой нормативно-правовой базы, на основе которой возможно построение эффективной в экологическом и экономическом отношениях системы управления водными биоресурсами.

*Цель настоящей работы анализ становления и развития современного законодательства о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов (ВБР) в нашей стране.*

**Современное законодательство о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов.** Законодательство о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов выступает как составная часть законодательства о животном мире. Закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» был призван развить положения закона о животном мире (в частности, ст. 42) в отношении живых ресурсов водных объектов. Необходимо отметить долгую историю принятия данного закона – более 10 лет. Затягивали законотворческий процесс лоббирование интересов хозяйствующих субъектов, споры законодательных и исполнительных органов, многочисленные дискуссии в научных и общественных кругах. Поэтому вплоть до начала 2000-х гг. нормативно-правовое регулирование в области рыболовства носило в основном подзаконный характер при большом количестве нормативных актов, принятых еще в советское время.

В 2000-е гг. Президент и Правительство Российской Федерации подписали ряд нормативных документов, таких как Морская доктрина РФ на период до 2020 г. (2001), Концепция развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 г. (2003) и др. – декларативных по своей сути, но, тем не менее, задающих определенное направление для развития рыбной отрасли. Подобные документы принимались также научными и общественными кругами, например, Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России (принята на Национальном Форуме по

сохранению биоразнообразия 5 июня 2001 г.) Основными задачами в рамках стратегии считаются: а) создание и совершенствование нормативно-правовой базы; б) разработка стратегии комплексного использования биоресурсов на экосистемной основе; в) обеспечение условий сохранения самовосстановительного потенциала для популяций отдельных ресурсных видов, сообществ, экосистем; г) переход от экстенсивной к интенсивной стратегии биоресурсопользования.

В 2002 г. принят новый Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Он вводит понятия природных ресурсов и их использования, окружающей и природной среды, нормативов допустимого воздействия и допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, требований и контроля в области охраны окружающей среды, экологического мониторинга, вреда окружающей среде и др. (ст. 1), устанавливает принципы охраны окружающей среды (ст. 3), среди которых можно отметить следующие: а) охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности; б) платность природопользования и возмещения вреда окружающей среде; в) презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности; г) сохранение биоразнообразия и др.

В главе 7 закона (ст.ст. 34–56) установлены требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Упорядочению отношений в отрасли немало способствовало и принятие в 2004 г. Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее – закон о рыболовстве). Первый законопроект о рыболовстве был подготовлен еще в 1993 году. Но интенсивная работа над законом началась сразу же после принятия в 1995 году закона о животном мире. Проект № 96700125–2 Федерального закона «О рыболовстве и охране водных биоресурсов» был подготовлен в июле 1996 года. Он был достаточно объемным (111 распространенных статей), имел отличавшуюся от современного закона структуру, закреплял ряд новых терминов и давал новую трактовку старым понятиям (право собственности на ВБР, рыбохозяйственные водоемы, такие виды пользования, как аренда, кратковременное и безвозмездное пользование). В проекте подробно изложены положения о государственном управлении и системе уполномоченных государственных органов, о лицензировании промыслов и рыбодоводства, виды пользования водными биоресурсами (а не виды рыболовства, как это будет в дальнейшем), о видах платежей и их распределении, льготах пользователям биоресурсами, об ответственности и порядке привлечения к ответственности. Предлагалось



вести новые институты: государственная рыбохозяйственная экспертиза, ихтиопатологический контроль.

Ввиду большого количества противоречий проекта с нормами налогового, бюджетного, административного законодательства Российской Федерации он был отклонен парламентом летом 1997 г.

Представленный в Государственную Думу РФ в июле 2000 года проект закона «О рыболовстве и охране водных биоресурсов» был значительно сокращен (до 97 статей), из него были изъяты положения об ихтиопатологическом контроле, о собственности на водные биоресурсы и др. В то же время увеличено количество определений терминов (до 32, при том, что в первом проекте их было 13, а в принятом законе осталось 19) расширен перечень оснований возникновения права пользования, установлены требования к различным видам хозяйственной деятельности. Интересные нововведения – институт общественной охраны биоресурсов, Целевой бюджетный Фонд управления, изучения сохранения и воспроизводства водных биоресурсов.

Указанный проект уже в ранге Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» был принят Государственной Думой 19 июля 2000 года, но отклонен Советом Федерации с предложением о создании согласительной комиссии 26.07.2000 (№228-СФ).

В Заключении Комитета Совета Федерации по делам Севера и малочисленных народов отмечалось ряд недостатков законопроекта. Разногласия возникли в отношении права собственности на водные биологические ресурсы и связанным с этим порядка предоставления их в пользование. В частности, предлагалось передать полномочия по распоряжению водными биоресурсами, находящимися в собственности субъектов Российской Федерации, включая выдачу разрешений на пользование ресурсами, региональным органам власти (ст. 28), а также отнести водные биоресурсы внутренних морских вод и территориального моря к собственности субъектов Российской Федерации, что способствовало бы более быстрому их освоению, развитию прибрежного рыболовства и марикультуры с одновременной ответственностью субъектов Российской Федерации за сохранение и управление этими водными биоресурсами (ст. 23 проекта).

Комитет Совета Федерации также отмечал несоответствия между бассейновым и территориальными принципами в управлении водными биологическими ресурсами (ст. 18, 21 и др.); нечеткое определение порядка утверждения общих допустимых уловов и квот добычи (вылова) водных биоресурсов (ст. 59). Из числа участников правоотношений, регулируемых законом, были исключены граждане и общественные организации – не

пользователи водными биологическими ресурсами в противоречие федеральному закону «Об охране окружающей среды». Также законопроект по ряду положений противоречил Налоговому и Бюджетному кодексам Российской Федерации. В результате закон не был принят.

Принятый в декабре 2004 г. закон носил компромиссный характер. При этом «по ряду позиций он просто закрепляет статус-кво, а по всем спорным вопросам отсылает к постановлениям Правительства РФ» [Арсюхин, 2004], а также к иным нормативным актам (федеральным законам, международным договорам, решениям федерального органа исполнительной власти, осуществляющего нормативно-правовое регулирование в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов). Например, статья 12 «Ограничение права пользования водными биоресурсами» как нельзя лаконична: «Право пользования водными биоресурсами может быть ограничено в соответствии с федеральными законами и международными договорами Российской Федерации».

В законе 7 глав и 53 статьи. Важным моментом стало отнесение к участникам правоотношений всех граждан, даже не являющихся пользователями водных биоресурсов (чего не было в описанных выше законопроектах). Право собственности на водные биоресурсы (ст. 10) в законе справедливо связано с правом собственности на водный объект и в этой связи соответствует нормам водного законодательства. Все водные биоресурсы, таким образом, находятся в федеральной собственности, за исключением биоресурсов, обитающих в обособленных водных объектах (которые могут находиться также в собственности субъектов РФ, муниципальной и частной собственности).

Ключевым моментом данного закона явилось положение о том, что квоты добычи биоресурсов для промышленного рыболовства распределяются «на срок не менее пяти лет путем закрепления за этими лицами долей в общем объеме квот добычи (вылова) водных биоресурсов, определенных на основании данных об объеме добытых (выловленных) ими водных биоресурсов за предыдущие пять лет.» (часть первая ст. 31). Квоты на вновь вводимые в пользование биоресурсы, а также изъятые квоты подлежат продаже на аукционах (ст. 38).

Законом введено понятие рыбопромыслового участка (ст. 18). Договоры пользования рыбопромысловыми участками заключаются на конкурсной основе (ст. 41), за исключением заключения договоров с лицами, относящимися к коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, или их общинами (часть вторая ст. 39).

Отдельная глава закона (глава 6) посвящена вопросам сохранения водных биоресурсов и среды их обитания. Важным положением здесь

было то, что «при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции и вводе в эксплуатацию хозяйственных и иных объектов, а также при внедрении новых технологических процессов должно учитываться их влияние на состояние водных биоресурсов и среду их обитания» (часть первая ст. 50).

С 2005 г. началась усиленная работа по формированию нормативно-правового обеспечения законодательства о рыболовстве, которая продолжается до сих пор. В соответствии с законом был принят целый ряд документов, упомянем лишь некоторые. Так, в 2005 г. приняты «Типовые правила рыболовства», в соответствии с которыми принимались правила рыболовства для каждого рыбохозяйственного бассейна (для Северного рыбохозяйственного бассейна – в 2007 году). В августе 2008 года Правительство РФ утвердило «Правила образования рыбохозяйственных заповедных зон», а также определило, какой размер ущерба водным биоресурсам следует считать крупным, что имело большое правоприменительное значение; в октябре утвердило «Правила установления рыбоохранных зон», а в декабре того же года – «Правила организации и проведения конкурса на право заключения договора о предоставлении рыбопромыслового участка для организации любительского и спортивного рыболовства». Приказом Росрыболовства от 26.02.2009 №147 утвержден перечень анадромных рыб, периодически Росрыболовство переутверждает перечень видов биоресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов (последний был утвержден в сентябре 2009 года). В марте 2009 года Росрыболовством утвержден «Перечень особо ценных и ценных видов водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства».

Одновременно шла работа по совершенствованию принятого закона о рыболовстве. Однако порой изменения, вносимые в закон, по мнению ряда пользователей, скорее ухудшали, чем улучшали положения рыбозаготовительных организаций, и снижали заложенные в первоначальном законе возможности эффективного регулирования отношений в сфере рыболовства.

#### **Недостатки действующего законодательства о рыболовстве.**

Упорядочение отношений в сфере рыболовства с введением закона в действие закона о рыболовстве не произошло. Более 80% статей закона содержат отсылочные нормы. С одной стороны, это дало возможность более гибкого решения многих вопросов (через акты правительства и специально уполномоченного органа в области рыболовства), с другой – снова затянуло урегулирование ряда важных вопросов на неопределенный срок.

Многие ожидания рыболовов и экологов, которые возлагались на этот

закон, не оправдались. Закон заложил основы для устойчивого развития российского рыбохозяйственного комплекса, но не решил вопросов контроля за выловом, не снял проблемы «сырьевого» характера морского рыболовства, когда рыбаки вынуждены сдавать пойманную рыбу в порты других стран (Норвегия, Китай, Япония), стимулируя зарубежную рыбоперерабатывающую промышленность.

Много вопросов вызвал механизм распределения квот между пользователями водных биоресурсов а также сроки, на которые квоты выдаются. Не всеми принят конкурсный механизм распределения рыбопромысловых участков. Рыбаки опасаются, что таким образом могут быть не учтены интересы местных рыбохозяйственников, традиционных рыболовецких общин, объединений, ассоциаций рыбаков. «Исключение исторического принципа их закрепления может привести к вытеснению местных рыбозаготавливающих организаций, а также к ущемлению интересов местного населения» – отмечают представители WWF [Об изменениях в Закон о рыболовстве, 2008].

Понимая несовершенство закона, исполнительные и законодательные органы государственной власти неоднократно инициировали в него изменения. В поправках, внесенных Федеральным законом от 29.12.2006 №260-ФЗ, уточнено понятие и статус рыбопромыслового участка, в частности, изъято положение о том, что в него включается прибрежная полоса суши. Изменения, внесенные законом от 06.12.2007 №333-ФЗ, были более обширны. Был уточнен ряд понятий законодательства, юридическая терминология закона, целый ряд статей (11–14, 17, 29, 32 и др.) получил новую редакцию, введены новые статьи (14<sup>1</sup> – Защита конкуренции в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов. 26<sup>1</sup> – Приостановление рыболовства, ст. 29<sup>1</sup>. – Добыча (вылов) анадромных видов рыб, ст. 43<sup>1</sup>. – Правила рыболовства и др.) и даже новая Глава 3<sup>1</sup>. «Решения органов государственной власти и договоры, на основании которых возникает право на добычу (вылов) водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства». В статье 17 установлены 8 рыбохозяйственных бассейнов. Введена норма, что реализация водных биоресурсов и продуктов их переработки осуществляется на товарных биржах (часть 3 ст. 19). Уточнено положение ст. 24: «граждане вправе осуществлять любительское и спортивное рыболовство на водных объектах общего пользования свободно и бесплатно, если иное не предусмотрено настоящим Федеральным законом». Установлено, что «Рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации без предоставления рыбопромыслового участка осуществляется без разрешения на добычу

(вылов) водных биоресурсов, за исключением добычи (вылова) редких и находящихся под угрозой исчезновения видов водных биоресурсов» (часть вторая ст. 25). Изменен порядок перехода права на добычу от одного лица к другому (ст. 32).

Важным нововведением стало увеличение срока, на который предоставляются доли в квотах, до 10 лет (часть первая ст. 31). Это позволяет рыбакам делать долгосрочные вложения, например, строить новые суда, закупать оборудование для первичной переработки рыбы и др. Но в то же время из закона были убраны все положения, касающиеся контроля в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, исчезло понятие прибрежного рыболовства.

«Атака» на прибрежное рыболовство продолжилась и дальше, с разработкой введением в действие Федерального закона от 03.12.2008 №250-ФЗ. Он вернул в статью 1 понятие прибрежного рыболовства, однако изменил правовой статус данного института. Однако внеся изменения в статью 20 Закона о рыболовстве, Росрыболовство РФ оставило субъектам только теоретическую возможность организации рыбопромысловых участков для организации прибрежного рыболовства в территориальном море и внутренних морских водах, за исключением анадромных, катадромных и далеко мигрирующих водных биоресурсов. Сфера применения заключенных с субъектами десятилетних и ежегодных договоров уже сократилась с территориального моря до акваторий рыбопромысловых участков [Быстров, 2010].

Положительным моментом можно считать введение Главы 8 «Заключительные положения», в ст. 55 которой определяется порядок и сфера действия законодательства Союза ССР в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов.

Другие изменения в закон носят неоднозначный характер, например, законодательное закрепление прилова (ст. 29<sup>2</sup>. – Прилов водных биоресурсов). Опасения многих рыбаков вызывает положение о продаже всей рыбопродукции через биржи. Исключение условий наделения прибрежными квотами только тех юридических и физических лиц, которые зарегистрированы в конкретном субъекте РФ, также не идет на пользу местным производителям. Вызывает критику введенная поправками 2007 и 2008 гг. процедура таможенного предъявления на территории Российской Федерации рыбы, пойманной в 200-мильной экономической зоне.

Сосредоточение функций по управлению и нормативно-правовому регулированию рыбной отрасли в одном органе (Федеральном агентстве по рыболовству), как ни странно, не привело к значительному повышению эффективности использования и охраны водных

биоресурсов. Задачи, стоящие перед отраслью, рассматриваются в Росрыболовстве под своим углом, зачастую непонятным не только организованным рыбозаготовителям, но и высшим должностным лицам.

Резко увеличилось число подзаконных актов, которые необходимо принять, чтобы закон заработал в полную силу. За 3 года их число превысило 300, тем не менее многие вопросы еще не урегулированы. Действующее нормативно-правовое обеспечение законодательства и основанная на нем организация ведения промысла также далеки от совершенства. Вызывают вопросы некоторые положения Правил рыболовства, в том числе в отношении параметров орудий лова и установленных промысловых размеров, допустимой величины прилова. Не до конца решен вопрос с порядком и сроками утверждения общедопустимых уловов (ОДУ), установления квот. Для многих водоемов утверждение ОДУ происходит с опозданием на несколько месяцев. Количество выдаваемых разрешений на сетной лов зачастую ощутимо превышает научно обоснованные нормы.

Таким образом, существующее законодательство еще далеко от совершенства. Не урегулированность ряда отношений, отсутствие оперативных механизмов управления, спорный характер норм не способствуют сохранению и воспроизводству ВБР, тормозит развитие рыбной отрасли, заставляя рыбодобывающие организации нарушать закон, изначально призванный защищать интересы промысловиков и рыболовов-любителей.

**Перспективы оптимизации законодательства о рыболовстве.** 30 марта 2009 г. Приказом Росрыболовства № 246 утверждена «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года». Целью стратегии было объявлено «формирование условий для устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, достижения к 2020 году лидирующих позиций Российской Федерации среди мировых рыболовных держав путем перехода рыбохозяйственного комплекса от экспортно-сырьевого типа к инновационному типу развития на основе сохранения, воспроизводства, рационального использования водных биоресурсов и обеспечения глобальной конкурентоспособности вырабатываемых отечественным рыбохозяйственным комплексом товаров и услуг».

Однако достижение указанной цели связано с решением большого количества проблем, существующих в отрасли, часть из которых была изложена выше. Определенные надежды внушают поправки, внесенные в закон о рыболовстве в декабре 2010 г. Согласно им, вводятся нормы прямого действия, отражающие специфику осуществления рыболовства в научно-исследовательских, контрольных, учебных и культурно-

просветительских целях, в целях рыбоводства, воспроизводства и акклиматизации водных биоресурсов. Также уточняются нормы, касающиеся искусственного воспроизведения водных биоресурсов, особенностей осуществления любительского и спортивного рыболовства.

Главной целью политики в области рыболовства является обеспечение устойчивого управления водными биологическими ресурсами и эффективной работы природоохранного законодательства. Концепция устойчивого управления базируется на экосистемном подходе и принципах непрерывности и неистощимости многоцелевого пользования водными объектами и их ресурсами. Она подразумевает управление водными объектами, использование их, а также водосборного бассейна этих объектов таким образом, чтобы обеспечить сохранение их разнообразия, продуктивности, воспроизводственной способности, жизнеспособности и потенциала выполнения ими – в настоящем и в будущем – соответствующих экологических, экономических и социальных функций на местном, социальном и глобальном уровнях.

Базовые критерии устойчивого управления водными объектами и их ресурсами включают: а) сохранение качества вод; б) поддержание продукционной способности водных экосистем; в) поддержание жизнеспособности водных экосистем в условиях негативных антропогенных и природных воздействий; г) сохранение биологического разнообразия; д) поддержание и расширение множественных социально-экономических выгод для удовлетворения общественных нужд; ж) юридические, организационные и экономические рамки для сохранения и устойчивого управления водными объектами.

### **Заключение**

Подход к обоснованию системы рыбного хозяйства с учетом социально-экономических факторов, исторического опыта показывает, что обеспечение устойчивого пользования водными объектами и их ресурсами возможно при соблюдении принципов непрерывности и неистощимости, многоцелевого использования. При этом регулирование общественно-экономических процессов в отрасли должно происходить на основе четкой, понятной, адекватной потребностям общества и экономических субъектов нормативной правовой базы, в которой большое количество норм являются нормами прямого действия, исключая произвольную трактовку и возможности для коррупции и произвола со стороны органов власти.

### **Список литературы**

*Булгаков М. Б., Ялбулганов А.А.* Природоохранные акты: от «Русской

- правды» до петровских времен // Государство и право. 1996. № 8. С. 136–146
- Вайнер Д.Р.* Экология в Советской России: Пер. с англ.– М.: Прогресс, 1991. 400 с.
- Жарков Г.Ю.* Рыбная ловля и этика // Любительское рыболовство и сохранение лососевых в России.. Сб. статей. Составители В.В. Зиничев, ЮВ. Саяпина. М.: Фонд «Русский лосось», 2010. С. 5–13.
- Закон РСФСР от 14.07.1982 «Об охране и использовании животного мира» // Свод законов РСФСР, 1988, т. 4, С. 341.
- Закон РСФСР от 19.12.1991 №2060–1 «Об охране окружающей природной среды» // Ведомости СНД и ВС РФ, 05.03.1992, №10, ст. 457.
- Закон СССР от 25.06.1980 «Об охране и использовании животного мира» // Свод законов СССР, 1990, т. 4, С. 483.
- Конституция Российской Федерации от 12 декабря 1993 года (с изм. от 30.12.2008 № 6-ФКЗ и от 30.12.2008 № 7-ФКЗ) // Российская газета», №7, 21.01.2009.
- Лихатович Д.* Лосось без рек: История кризиса тихоокеанского лосося. – Владивосток: Издательский дом «Дальний Восток», 2004. 376 с.
- Лукин А.А., Глибоко О.Я.* Оптимизация системы управления рыбным хозяйством на внутренних водоемах как способ сохранения водных биоресурсов // Рыбное хозяйство, №4, 2009. С. 96–99.
- Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. М.: Российская Академия Наук, Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2001, 76 с.
- Об изменениях в Законе о рыболовстве // Всемирный фонд дикой природы (WWF): позиции по вопросам, 2008. URL: <http://www.wwf.ru/about/positions/fisherylaw/> (дата обращения: 25.01.2011).
- Об охране окружающей среды. Сб. документов партии и правительства, 1917–1981 гг. М.: Политиздат, 1981. 384 с.
- Ольсевич Ю. Я., Гудков А. А.* Критика экологической критики. М.: Мысль, 1989. 213 с.
- Победоносцев К.П.* Курс гражданского права. Первая часть: Вотчинные права. – М.: <Статут>, 2002. -800 с.
- Постановление Государственной Думы ФС РФ от 24.10.1996 №734-П ГД «О проекте Федерального закона «О рыболовстве и об охране водных биоресурсов» // Собрание законодательства РФ, 11.11.1996, N 46, ст. 5211.
- Постановление Совета Министров СССР от 15.09.1958 №1045 «О воспроизводстве и охране рыбных запасов во внутренних водоемах



- СССР» // СП СССР, 1958, №16, ст. 127.
- Сосновский И.П.* Редкие и исчезающие животные: по страницам Красной книги СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1987. 367 с.
- Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 №52-ФЗ (ред. от 20.04.2007 N 57-ФЗ) // СЗ РФ, 24.04.1995, №17, ст. 1462; 23.04.2007, №17, ст. 1933.
- Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 №166-ФЗ // СЗ РФ, 27.12.2004, №52 (ч. 1), ст. 5270.
- Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года №7-ФЗ // СЗ РФ, 14.01.2002, №2, ст. 133.
- Штильмарк. Ф.Р.* Историография российских заповедников (1895–1995). М.: ЛОГАТА, 1996. 340 с.
- 
-

# ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КРИТЕРИИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЫБ. ПРОГНОЗ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА

**В.К. Голованов**

*Учреждение Российской академии наук  
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, Ярославской обл., vkgolovan@mail.ru*

Одна из самых актуальных задач, решаемых отечественной ихтиологией – разработка стратегии в области охраны и воспроизводства рыбных ресурсов пресных и морских водоемов России. Глобальное потепление, рост количества атомных и тепловых электростанций, резко изменяющих тепловую нагрузку на водоемы, температурные аномалии в летний период года, инвазии чужеродных видов – это те процессы, которые в настоящее время все активнее воздействуют на теплолюбивые и холодолюбивые виды рыб, расширяя или сужая их ареалы. Важнейший экологический фактор – температура – становится мощным элементом преобразования структуры рыбного населения пресноводных водоемов.

До настоящего времени температурные критерии жизнедеятельности рыб в рыбохозяйственных целях использовались слабо в силу того, что существующие количественные данные были недостаточны и разрозненны, а принципы и подходы к использованию таких критериев – не разработаны. В последние годы появились экспериментальные и теоретические работы, восполняющие этот пробел. В них были не только обобщены экспериментальные данные для многих видов рыб, обитающих в пресных водах России и сопредельных стран, но и сформулированы основные рыбохозяйственные цели, а также подходы к решению ряда задач (Голованов, 2013а, б; Beitinger et al., 2000). При этом были учтены и накопленные ранее материалы отечественных и зарубежных исследователей (Hokanson, 1977; Jobling, 1981; Cherry, Cairns, 1982; Алабастер, Ллойд, 1984; Голованов, 1996; Озернюк, 2000 и др.).

*Температурные критерии жизнедеятельности* – это количественные показатели, характеризующие отношение рыб к температурному фактору среды в процессе прохождения ими сезонных жизненных циклов. На первый взгляд, достаточно трудно охарактеризовать, насколько благоприятна температура воды для рыб определенного возраста в данный сезон года, какой будет ее реакция на корм, будут ли эти значения температуры оптимальны или близки к границам жизнедеятельности и т.д. С этой целью нами предложен ряд температурных критериев. Среди них – температура акклимации, стандартная температура акклимации,

избираемая температура, окончательно избираемая температура, верхняя летальная температура, верхняя сублетальная температура, нижняя летальная температура, нижняя сублетальная температура, избегаемая температура, температура зимнего оцепенения (спячки), температура начала и завершения «зимней спячки», температура нереста, оптимальная температура роста, оптимальная температура питания, температура прекращения и начала питания, сигнальная температура начала и окончания миграций (нерестовых, нагульных, зимовальных и др.).

Для полносистемного мониторинга температурных критериев жизнедеятельности гидробионтов в естественных условиях рек, озер, внутренних морей и водохранилищ, а также на участках сброса подогретых вод у гидротехнических сооружений, тепловых и атомных электростанций, необходимы исследования, включающие, в первую очередь, три этапа. 1. *Создание компьютерной базы данных* (температурных критериев жизнедеятельности рыб). 2. *Оценка экспериментальных и полевых методов*, которые позволяют получать объективные критерии, в полной мере отражающие температурные требования гидробионтов. 3. *Выбор основных температурных критериев жизнедеятельности рыб*.

Среди перечисленных выше температурных критериев жизнедеятельности рыб можно выделить группу основных. Это оптимальная температура роста (ОТР) и окончательно избираемая температура (ОИТ), характеризующие зону эколого-физиологического оптимума (ЭФО), а также верхняя летальная (ВЛТ) и верхняя сублетальная температура, которые определяют зону эколого-физиологического пессимума (ЭФП). Нижнюю сублетальную и летальную температуру можно не относить к основным критериям, поскольку в три сезона (зимой, весной и осенью) их значения у пресноводных рыб, по всей видимости, будут близки к нулю. Важными критериями жизнедеятельности рыб являются также значения температуры нереста и последующего эмбриогенеза.

*Окончательно избираемая температура* – это диапазон температуры, в которой все рыбы в термоградиентных условиях, в конце концов, сосредотачиваются самопроизвольно, независимо от их термального прошлого (Голованов, 2013а, б). *Верхняя летальная и сублетальная температуры* характеризуют верхнюю температурную границу жизнедеятельности рыб. ВЛТ определяют методом хронического летального максимума (ХЛМ) при низкой скорости нагрева воды (1–2 °С/сутки), верхнюю сублетальную температуру – методом критического термического максимума (КТМ) при средней и высокой скорости нагрева воды (от 1–2 до 60 °С/ч).

Особенно важно, каким образом температурные критерии жизнедеятельности рыб соотносятся с температурой обитания рыб в естественных условиях или температурным режимом в условиях аквакультуры. Существует ли у рыб возможность использовать ту или иную температуру окружающей среды – оптимальную, близкую к оптимальной или к пессимальной в условиях каждого конкретного биотопа. В естественной среде водные организмы далеко не всегда обитают в оптимальных условиях, а температурные условия выращивания рыб можно приблизить к оптимальным. Насколько близко от значения ЭФО происходят процессы размножения, роста, развития и массонакопления рыб, как эти процессы обеспечивают повышение рыбопродуктивности и, в конечном счете, сохранение рыбных биоресурсов или их потенциальное увеличение? Существуют ли способы стимуляции эффективного роста и развития рыб, наращивания рыбопродуктивности и увеличения рыбных ресурсов? Достаточно часто для рыбоводной, прогнозной или экспертной оценки требуется несколько количественных показателей, которые дают представление о том, какова будет реакция рыбы в той или иной температуре, а также при ее изменении. Есть ли в естественных водоемах или в условиях интенсивной аквакультуры какой-либо не использованный температурный резерв? И, наконец, как можно применять полученные экспериментальные данные по температурным критериям жизнедеятельности различных видов рыб в рыбохозяйственных целях?

В первую очередь, для ответа на эти и другие вопросы необходимо четко представлять, каким образом связаны между собой основные температурные критерии жизнедеятельности пресноводных видов рыб – ОТР, ОИТ, верхняя сублетальная и ВЛТ рыб. Каждый из критериев информативен сам по себе и, безусловно, важен для оценки температурных возможностей и характеристики пресноводных видов рыб. Полученные однажды, подтвержденные другими исследователями количественные данные по критериям ждут своего анализа и представляют бесценный материал, расширяющий наши знания о температурных адаптациях рыб. Однако остается вопрос, каким образом эти критерии взаимосвязаны.

Одной из основополагающих работ такого аналитического плана является публикация М. Джоблинга (Jobling, 1981), в которой автор на основе анализа результатов 137 научных работ за период 1930–1980 гг. и 49 видов рыб кратко формулирует следующий вывод. Количественные характеристики оптимальной температуры роста (ОТР), окончательно избираемой температуры (ОИТ) и верхней летальной температуры (ВЛТ) у рыб высоко коррелируют между собой и, таким образом, могут быть

использованы для экологического прогноза.

Некоторое представление о том, каким образом эти критерии, а также оптимальные температуры нереста и эмбриогенеза отечественных видов рыб, связаны между собой, дают материалы, приведенные в таблице. В ней приведены данные о 13 видах теплолюбивых и холодолюбивых рыб из 8 семейств. Именно такие количественные показатели являются исходными для любого рыбохозяйственного прогноза, экспертизы или оценки.

**Таблица 1.**

Температурные характеристики рыб в ранние периоды онтогенеза

Вид	Температура, °С				
	оптимум нереста	оптимум эмбриогенеза	оптимум роста	ОИТ	ХЛМ
	данные литературы			наши данные	
Карп	15.5–22.0	16–23	26–32	29–31	38–41
Карась золотой	14.0–22.5	17–22	28–30	28–29	38–39
Лещ	13–20	10–20	23–28	26–27	36–38
Синец	10–17	12–20	23–28	26.5–28.0	36–38
Плотва	10–20	11–22	23–28	23–26	35.5–37.0
Головешка-ротан	15–25	13–22	25–28	27–28	37–39
Окунь	4–17	12–18	26	25.0–26.5	35–36
Щука	7.5–14	7–15	19–26	24.0–24.5	35–36
Судак	10–17	15–20	22–24	22–26	34.5–35.5
Сибирский осётр	9–21	13–17	22–25	21–23	31–33
Пелядь	1–8	1.5–5.0	5–18	16–18	30–32
Форель радужная	3–8	5–10	16–17	14–17	29–30
Налим	0–2	0.3–1.0	8–16	14–16	28–30

*Примечание:* данные приведены по: Дрягин, 1949; Никольский, 2013; Hokanson, 1977; Алабастер, Ллойд, 1984; Jobling, 1981; Голованов и др., 1997; Атлас..., 2002; Рыбы в заповедниках..., 2010. ХЛМ – верхняя летальная температура, полученная методом хронического летального максимума (нагрев со скоростью 1 °С/сутки, начиная от предварительной температуры акклимации рыб).

В отличие от данных М. Джоблинга (Jobling, 1981), значения ОИТ и ХЛМ (хронического летального максимума) рыб приведены по результатам собственных многолетних экспериментов. Единообразие этих двух показателей обеспечено еще и тем, что все опыты проводились на молоди рыб в летний сезон года при стандартной температуре акклимации 20 °С. Критерий ХЛМ в отличие от КТМ (критического

термического максимума) выбран для того, чтобы оценивать максимально возможные значения ВЛТ у рыб. Нами на примере 13 видов рыб установлено, что значения температуры нереста практически совпадают с оптимальной температурой эмбриогенеза ( $r = 0.95$ ).

Оптимальная температура роста у сеголетков и годовиков выше примерно на 10 °С. Высокая корреляция выявлена между оптимальной температурой роста молоди рыб и ОИТ ( $r = 0.91$ ), их значения практически совпадают, что даёт основания использовать ОИТ для определения зоны температурного экологического оптимума рыб, то есть эколого-физиологического оптимума. Значения ХЛМ выше ОИТ у молоди теплолюбивых рыб на 10–12 °С, холодолюбивых – на 12–15 °С. При этом значения ВЛТ у исследованных видов варьирует в пределах 28–41 °С, отражая разницу в термоустойчивости рыб этих двух групп. Максимальные значения температурных характеристик выявлены у молоди карповых и головешки-ротана, они несколько ниже – у окуня, щуки и сибирского осетра, минимальные – у пеляди, форели и налима. Регрессионный анализ выявил также высокую степень корреляции значений ОИТ и ХЛМ ( $r = 0.98$ ), а также оптимальной температуры роста и ХЛМ ( $r = 0.87$ ) у исследованных видов рыб. Полученные нами результаты и данные других авторов позволяют рекомендовать ОИТ в качестве критерия эколого-физиологического оптимума для молоди рыб, а ВЛТ – в качестве критерия верхней температурной границы жизнедеятельности рыб. Эти показатели вполне применимы для экспертной оценки температурных реакций этих и других видов пресноводных рыб и выявления их адаптационных возможностей.

Выявление соотношения оптимальных и пессимальных температурных критериев жизнедеятельности пресноводных рыб – основа для их использования в целях экологического и рыбохозяйственного прогноза. Не менее важна и классификация или разделение рыб на определенные группы по отношению к температурному фактору среды. Ранее было предложено несколько вариантов такого разделения на группы по температуре нереста рыб (Дрягин, 1973), сочетанию температуры нереста и порога выживания (Никаноров, 1976) или по температурным нишам обитания (Hokanson, 1977; Magnuson et al., 1979; Cherry, Cairns, 1982).

Отличие предложенной нами классификации заключается в использовании многократно проверенных температурных критериев жизнедеятельности рыб, обитающих непосредственно в пресных водах России и сопредельных стран. Для разделения рыб, обитающих в пресноводных водоёмах северо-запада России, по отношению к температурному фактору нами предложено использовать три показателя –

ОИТ, ХЛМ и температурный диапазон жизнедеятельности. Виды рыб, для которых существуют такие данные, можно объединить в четыре группы.

1. Наиболее теплолюбивые (каarp, серебряный и золотой карась, головешка-ротан) – ВЛТ 37–41 °С, ОИТ 28–30 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0–41 °С.

2. Теплолюбивые (лещ, синец, густера, плотва, окунь, судак, ёрш и выюн) – ВЛТ 33–37 °С, ОИТ – 25–28 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0–37 °С.

3. Умеренно теплолюбивые (щука, сибирский осётр, стерлядь, пескарь, бычок-цуцик, бычок-головач) – ВЛТ 31–35 °С, ОИТ 20–25 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0–35 °С.

4. Холодолобивые (сёмга, кумжа, пелядь, корюшка, налим, голянь обыкновенный, усатый голец) – ВЛТ 25–31 °С, ОИТ 13–18 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0–31 °С.

Первые три группы представлены видами с высокой степенью эвритермности, рыбы 4-й группы относятся к менее эвритермным. Данная классификация может быть использована уже для *экспертной оценки* термоадаптационных характеристик пресноводных рыб. С учетом имеющихся данных, полученных другими исследователями, в том числе американскими и канадскими, состав групп может быть несколько расширен (при условии идентичности подбора показателей ВЛТ и ОИТ в летний сезон года для молоди рыб при исходной температуре акклимации 20 °С).

Что же следует учитывать при экспертной оценке адаптивных возможностей пресноводных рыб к действию температуры и прогнозе рыбохозяйственных показателей в том случае, когда для конкретного вида выявлены определенные количественные температурные критерии жизнедеятельности? В первую очередь, это: 1. *Значительные отличия температурных адаптаций у теплолюбивых и холодолобивых видов рыб.* 2. *Значимость каждого °С и конкретное место на температурной шкале жизнедеятельности рыб.* 3. *Возможность существования в зоне низкой и высокой сублетальной температуры в течение непродолжительного времени без последствий.* 4. *Возможность увеличения времени пребывания в оптимальных или близких к оптимальным условиям.* 5. *Количество градусо-дней или сумма тепла, получаемого за период роста.* 6. *Возможность эффективного роста и развития в раннем онтогенезе (личинки и мальки).* 7. *Условия роста пресноводных рыб (постоянные неоптимальные или оптимальные, астатичные, градиентные).* 8. *Взаимодействие двух основных факторов – температурного и трофического, формирующих показатели роста, развития и продуктивности рыб.* 9. *Онтогенетические различия молоди, неполовозрелых и половозрелых рыб.* 10. *Сезонные особенности роста и*

*развития рыб. 11. Требования к условиям размножения пресноводных рыб. 12. Специфические особенности некоторых систематических и региональных групп рыб.*

Первые два пункта фактически ориентируют исследователя, эксперта или специалиста рыбного хозяйства на то, с какой именно группой рыб (тепло- или холодолюбивой) придется иметь дело, и в какой области температурного диапазона жизнедеятельности происходит та или иная оценка. Пункты с 3-го по 5-й дают возможность примерно оценить время выживания в зоне предельно высокой температуры и максимальное время существования в оптимальных или приближенных к оптимальным условиям. Пункты с 6-го по 12-й определяют абиотические и биотические условия оптимизации роста, развития, питания и размножения рыб. Наконец, следует учитывать возможность примерной качественной и количественной оценки температурных возможностей у рыб некоторых систематических или региональных групп.

Данные могут быть востребованы по одному конкретному виду, группе близкородственных видов (в пределах одного семейства), группе теплолюбивых или холодолюбивых видов, а также одной из четырех групп, на которые были разделены пресноводные рыбы, обитающие в европейской части России, по отношению к температурному фактору среды (Голованов, 2013а, б).

Предлагаемые температурные критерии жизнедеятельности и пресноводных, и морских видов рыб вполне применимы для самых разнообразных целей и задач рыбного хозяйства. Во-первых, в качестве исходной информации для рыбохозяйственных прогнозов разного уровня. Во-вторых, для оценки влияния возможного изменения климатических условий распределение, поведение, численность и разнообразие рыб. В-третьих, при анализе степени влияния аномально высокой температуры воды (выше 24 °С для холодолюбивых видов и 30 °С для теплолюбивых видов) в летнее время года.

В-четвертых, эти критерии незаменимы при оценке влияния термального загрязнения водоемов в зоне действия ГРЭС, АЭС и крупных промышленных предприятий. Именно с их помощью возможна разработка критериев допустимой тепловой нагрузки на морские и пресноводные водоемы. В-пятых, не исключено, что критерии могут быть востребованы при оценке синэргических эффектов влияния прочих факторов при ситуации с большим экологическим риском. К ним следует отнести *влияние на рыб токсических веществ в зоне высокой температуры у границ жизнедеятельности и возможное модифицирующее влияние температуры на восприимчивость рыб к инфекционным болезням*. Еще один важный фактор, который в



непосредственной связи с температурой воды может существенно изменять поведение, распределение и выживаемость рыб и объектов их питания является *летний дефицит растворенного кислорода* (Лазарева и др., 2013). В-шестых, критерии могут оказаться полезными при оценке ущерба от вселения чужеродных видов рыб. Наконец, в-седьмых, температурные критерии жизнедеятельности рыб могут быть востребованы при разработке перспективных способов выращивания рыб, расширяя тем самым возможности аквакультуры.

В докладе планируется подробно, с примерами, проанализировать все эти направления с точки зрения прогноза, экологических рисков и экспертной оценки. Принципиально важно то, что на основе предложенных температурных критериев жизнедеятельности появляется возможность качественно и количественно оценивать отношение теплолюбивых и холодолюбивых видов рыб к температурному фактору среды.

Исследование выполнено при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» и Программы Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-2666.2014.4 «Экологические аспекты адаптаций и популяционная организация у рыб».

### Список литературы

- Алабастер Дж., Ллойд Р.* Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 384 с.
- Атлас пресноводных рыб России.* В 2 т. Том 1. (Под ред. д.б.н. Ю.С. Решетникова). М.: Наука, 2002. 379 с.
- Атлас пресноводных рыб России.* В 2 т. Том 2. (Под ред. д.б.н. Ю.С. Решетникова). М.: Наука, 2002. 253 с.
- Голованов В.К.* Эколого-физиологические аспекты терморегуляционного поведения пресноводных рыб // Поведение и распределение рыб. Докл. 2-го Всерос. совещ. «Поведение рыб». Борок, 1996. С. 16–40.
- Голованов В.К.* Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях // Вопр. ихтиологии. 2013а. Т. 53. № 3. С. 286–314.
- Голованов В.К.* Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. Москва: Полиграф-Плюс, 2013 б. 300 с.
- Голованов В.К., Свирский А.М., Извеков Е.И.* Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: Изд-во ЯрГТУ, 1997. С. 92–123.
- Дрягин П.А.* Основные направления в изучении жизненных циклов рыб // Научн.техн. бюлл. ГосНИОРХ. 1961. Вып. 13–14. С. 113–117.

- Дрягин П. А. Экологическая классификация рыб по температурному фактору // Лимнология Сев.-Запада СССР. 1. А-И. Таллин. 1973. ГосНИОРХ. С. 167–170.
- Лазарева В.И., Копылов А.И., Соколова Е.А., Пряничникова Е.Г. Велигеры дрейссенид в трофической сети планктона водохранилищ Волги // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология: лекции и материалы докладов II-ой Международной школы-конференции / Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина (11–15 ноября 2013 г.). Колл. авторов; ред. кол. А.В. Крылов, Е.Г. Пряничникова. Ярославль: Канцлер, 2013. С. 18–35.
- Никаноров Ю.И. Экологические условия формирования ихтиофауны и прогнозирование ее состава в водохранилищах-охладителях тепловых электростанций // Водн. ресурсы. 1976. № 3. С. 114–123.
- Никольский Г.В. Избранные труды. 2 том. М.: Издательство ВНИРО, 2013. 600 с.
- Озернюк Н.Д. Температурные адаптации. М.: Изд-во Московского ун-та, 2000. 205 с.
- Рыбы в заповедниках России. В двух томах. Том 1. Пресноводные рыбы (под ред. д.б.н., профессора Ю.С. Решетникова). Т. 1. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. 627 с.
- Beitinger T.L., Bennet W.A., McCauley R.W. Temperature tolerances of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature // Environ. Biol. Fish. 2000. V. 58. N 3. P. 237–275.
- Cherry D.S., Cairns J.Jr. Biological monitoring. Part V. Preference and avoidance studies // Water Res. 1982. V. 6. N 3. P. 263–301.
- Hokanson K.E.F. Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal temperature cycle // J. Fish. Res. Board Can. 1977. V. 34. N 10. P. 1524–1550.
- Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature // J. Fish. Biol. 1981. V. 19. N 4. P. 439–455.
- Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvick P.A. Temperature as an ecological resource // Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978 / Amer. Zool. 1979. V. 19. N 1. P. 331–343.
-

# НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И ПРОМЫСЛА ОБЫКНОВЕННОЙ ШУКИ (*ESOX LUCIUS* L.) ВОЛГО- КАСПИЙСКОГО И СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОДРАЙОНОВ

**Л.С. Ермилова**

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

В Каспийском бассейне семейство шуковые (Esocidae) представлено одним видом – щукой обыкновенной (*Esox lucius* L.), распространенной в водоемах Азербайджана, Дагестана, в реке Урал и дельте р. Волги, где она наиболее многочисленна и занимает одно из основных мест в уловах промысловых рыб. Доля ее в общем объеме вылова всех рыб в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне колеблется от 17 до 20%. Кроме основного объекта промысла она является одним из массовых видов спортивно-любительского рыболовства.

Щука – типичный представитель пресноводной фауны. В море она встречается в значительно опресненной зоне, вблизи устьев рек. Излюбленными ее биотопами являются малопроточные, заросшие участки дельты и аванделы р. Волги.

До зарегулирования волжского стока ареал взрослой части популяции щуки ограничивался нижней зоной дельты [1]. В средней зоне сосредотачивалась молодая часть ее популяции т.к. здесь частично проходил ее нерест [2]. В авандельте она встречалась единичными экземплярами.

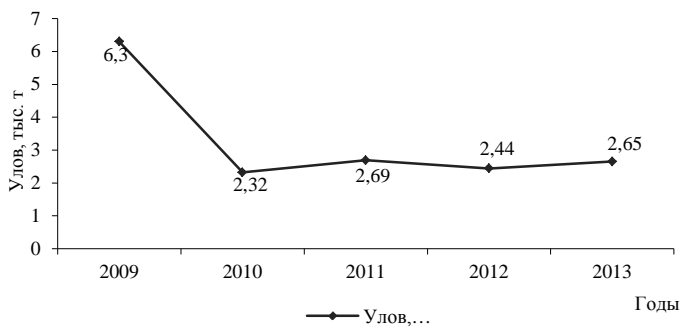
После зарегулирования стока р. Волги в авандельте для щуки сложились благоприятные нагульные, нерестовые и зимовальные условия, в результате которых авандельта стала для щуки основным районом обитания и промысла.

Особенностью щуки является образование скоплений в разные сезоны года. Как хищник-засадчик обычно она держится одиночно. Наиболее массовые ее концентрации отмечаются в авандельте и прибрежных районах промысла весной в преднерестовый и нерестовый периоды, что способствует доминированию ее в секретах, являющихся основным орудием лова, и увеличению уловов в этот период. В речной зоне даже в нерестовый период щука не образует скоплений и встречается в неводных уловах единичными экземплярами.

Объем весеннего вылова щуки зависит от гидрологических условий, начала путины и величины нерестовых скоплений. В годы с ранним началом путины максимальный вылов щуки отмечается в марте, и доля ее

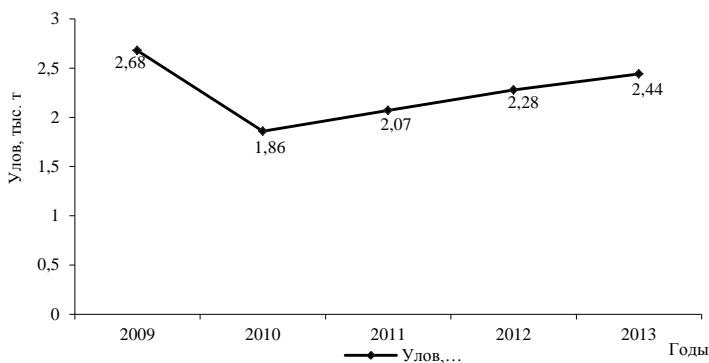
в секретах варьирует от 21 до 74%. Затем постепенно уловы ее снижаются, в связи с ее рассредоточением, связанным с нерестом.

В многолетнем аспекте вылов щуки в первом полугодии колеблется от 2.32 до 6.3 тыс. т (рис. 1).



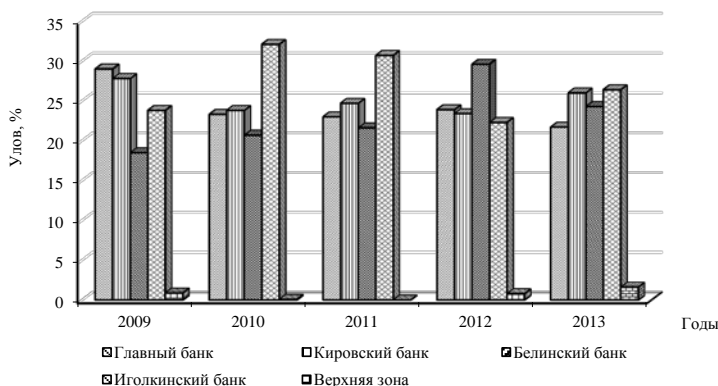
**Рис. 1.** Вылов щуки в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах в I полугодии

Величина осеннего вылова щуки зависит от погодных условий, способствующих длительности путины и формированию ее предзимоважных концентраций. В сентябре ее уловы обычно бывают низкими, т. к. высокие температуры воды способствуют рассредоточению щуки, и лишь с понижением температуры воды ее уловы постепенно возрастают. Вылов щуки во втором полугодии варьирует от 1.86 до 2.68 тыс. т (рис. 2).



**Рис. 2.** Вылов щуки в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах во II полугодии

Вылов щуки по районам промысла в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах не бывает постоянным и колеблется по годам в зависимости от ее концентраций. В результате, в некоторые годы преобладают уловы щуки на западных участках, в некоторые – на восточных (рис. 3)



**Рис. 3.** Вылов щуки по районам промысла в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах

Промысловая популяция щуки весной в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах в последние годы представлена 7 и 8 возрастными группами. Доминируют в уловах 3- и 4-годовики. Средние биологические показатели щуки в весенний период колеблются в незначительных пределах (табл. 1). В популяции преобладают особи длиной 42–56 см.

**Таблица 1.**

Возрастной состав щуки в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах, весной %

Годы	Возраст, лет								Ср., лет
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2009	0.6	7.8	26.7	52.3	5.5	6.0	1.0	0.1	3.7
2010	-	8.0	26.5	32.9	25.7	3.6	2.4	0.9	4.1
2011	0.2	12.5	35.9	30.3	13.5	6.4	1.1	0.1	3.7
2012	1	8.4	28.9	43.8	10.4	6.8	0.7	-	4.2
2013	-	16.4	30.3	33	13.9	5.1	1	0.3	4.2

Щука относится к рыбам с высоким темпом роста. Наиболее интенсивный линейный рост щуки наблюдается до достижения основной массой рыб половой зрелости [3]. Половое созревание ее в основном

наступает уже в 2-х годовалом возрасте при длине от 34 до 41 см. В одновозрастных группах длина и масса щуки не остаются постоянными и колеблются по годам в незначительном интервале (табл. 2).

**Таблица 2.**

Длина и масса одновозрастных групп щуки в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах

Годы	Масса, кг								Ср., кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2009	-	0.55	0.82	1.2	1.72	2.2	3.3	4.4	1.27
2010	-	0.455	0.721	1.06	1.42	2.59	3.2		1.33
2011	-	0.49	0.67	0.99	1.32	2.3	3.69	5.79	1
2012	0.35	0.49	0.79	1.15	1.61	2.35			1.12
2013	-	0.46	0.76	1.02	1.47	2.2	3.87	4.37	1.2

Годы	Длина, см								Ср., см
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2009	-	38.0	43.5	49.3	56.1	63.2	71.7	81.0	49.5
2010	-	37.0	42.3	47.9	54.6	64.3	70.8	-	48.9
2011	-	37.2	41.7	46.9	53.7	63.3	76	85.5	47.1
2012	33	35.2	40.8	46.9	53	61	-	-	46.1
2013	-	36.6	41.8	47.2	53.4	62.2	73	81	49.8

Доля самок щуки в нерестовой популяции в последние годы снизилась (табл. 3).

**Таблица 3.**

Доля самок в популяции щуки в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах в весенний период, %

Годы	Возраст, лет								Ср.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2009	-	-	54.0	46.0	80.0	80.0	100	100	52.0
2010	-	-	31.6	53.4	71.4	96.0	100	100	55.0
2011	-	57.7	41.3	65.7	76.5	100	100	100	60
2012	100	37.5	44.2	65.2	86.4	100	100	-	60.8
2013	-	28.6	24.2	42.5	74.5	91.7	100	-	55.6

Промысловая популяция щуки в осенних уловах в последние годы представлена 8 возрастными группами. Основу уловов составляют 3+ – 4+ летки.

Щука относится к рыбам с полициклическим и единовременным икрометанием [4]. Ее нерест происходит при низкой температуре воды и по времени очень растянут. Длительность его зависит от температурных условий и может продолжаться до 2.5 месяцев [5]. Иногда икрометание

отдельных особей начинается при сохранении на водоеме ледового покрова [6]. Ввиду раннего срока, нерест щуки не зависит от половодья, но большую роль при этом играют сгонно-нагонные явления. Основная масса щуки нерестится на глубинах 15–20 см. С увеличением водных масс в авандельте большинство ее кладок обнаруживалось на глубинах почти 50 см, на корнях ивы и остатках прошлогодней растительности (ежеголовника, элодеи), а также прямо на дне [7].

В воспроизводстве щуки важное место отводится ветрам, от направления которых зависят глубины в авандельте. Нагонный ветер повышает уровень до 1.5 м, а сгон уменьшает их до 0.8 м. В результате, при преобладании ветров одного направления (нагонные) в период нереста щуки (в основном февраль, март) нарождаются высокоурожайные поколения. При колебаниях уровня воды в авандельте при сгонно-нагонных и нагонных ветрах появляются среднеурожайные поколения, а при сгонных ветрах и смене их на нагонные эффективность нереста резко снижается ввиду обсыхания отложенной икры, что приводит к появлению низкоурожайных, малочисленных поколений.

В последние годы запасы щуки в *Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах* стабильные и варьируют от 19.9 до 28.3 тыс. т.

Таким образом, биологические показатели щуки в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах находятся на уровне среднеемноголетних значений.

Запасы щуки в последние годы относительно стабильные. Эффективность ее нереста и численность поколений не зависят от паводка. Важное место в воспроизводстве щуки принадлежит сгонно-нагонным явлениям.

### Список литературы

1. *Фортулатова К.Р., Попова О.П.* Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб. – М.: Наука, 1973. – 298 с.
2. *Орлова Э.Л.* Особенности экологии сома и щуки в дельте Волги при зарегулированном стоке: автореф. дисс.... на соискание степени канд. биол. наук. – М, 1981. С. 11–15.
3. *Попова О.А.* Биологические показатели щуки и окуня в водоемах с различным гидрологическим режимом и кормностью // Закономерности роста и созревания рыб. – М, 1971. – С. 102–152.
4. *Дрягин П.А.* Половые циклы и нерест рыб // Изв.ВНИОРХ. –1949. – Т. 28. – 3 с.
5. *Коблицкая А.Ф.* Определитель молоди пресноводных рыб; 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 208 с.

6. *Ермилова Л.С.* Биология и промысел щуки в Волго-Каспийском районе // I Конгресс ихтиологов России. – Астрахань, 1997. – 417 с.
  7. *Коблицкая А.Ф.* Значение низовьев дельты Волги для нереста рыб // Вопросы ихтиологии. – 1957. – Вып. 9. – 29 с.
- 
-



## ПРОБЛЕМА БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНВАЗИЙ В ВОДОЕМАХ БАЛХАШ-ИЛИЙСКОГО БАССЕЙНА

**Д.К. Жаркенов, К.Б. Исбеков**

*Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г.*

*Алматы, Казахстан, Zharkenov80@mail.ru*

В последнее время в результате антропогенной деятельности ежедневно перемещаются десятки тысяч видов животных и растительных организмов, причем значительное количество успешных интродукций чужеродных видов или как прямо называть «биологическое загрязнение» [1, 2] приводит к серьезнейшим экологическим, социальным и экономическим последствиям.

Инвазивные чужеродные виды – это виды, интродуцированные намеренно или ненамеренно за пределы своих природных мест обитания, где они имеют возможность вторгнуться, самостоятельно закрепиться, конкурировать с местными видами и занять новые экологические ниши [3]. Они широко распространены по всему миру и обнаруживаются среди всех категорий живых организмов и всех типов экосистем. Известно, что они отрицательно воздействуют на биоразнообразие в пределах и за пределами охраняемых территорий, а также влияют на экосистемы, места обитания и окружающие популяции. Инвазивные чужеродные виды могут вызывать серьезные, необратимые процессы в окружающей среде и экономике на генетическом, видовом и экосистемном уровнях. Следовательно, планирование более эффективных стратегий для борьбы с биологическими инвазиями является приоритетом в мировом масштабе. В этих целях требуются в корне новые действия на национальном, трансграничном, региональном и международном уровнях.

В этом отношении Республикой Казахстан приняты определенные меры. Например, Казахстан присоединился к Хельсинской конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, позволяющий сформировать единые правовые подходы к решению проблем рационального использования и охраны трансграничных рек. Однако, остальные страны центральноазиатского региона не присоединились к данной Конвенции и поэтому не приняли меры по обеспечению использования стока трансграничных водотоков разумным и справедливым образом, предупреждению возможного трансграничного воздействия утечки опасных веществ, выполнению принципа «загрязнитель платит».

В прошлом столетии в результате плановой и внеплановой интродукции ихтиофауна практически всех водоемов в Республике

Казахстан подверглась реконструкции, в т.ч. в Балхаш-Илийском водном бассейне. В состав Балхаш-Илийского водного бассейна входит река Или (верхнее течение), Капшагайское водохранилище, реки Или (ниже Капшагайской ГЭС) и озеро Балхаш, где добывается около 20% от общереспубликанской ежегодной добычи рыбы (суммарный вылов). Балхаш-Илийский водный бассейн является одним из четырех крупных рыбохозяйственных бассейнов Республики Казахстан. Река Или – это основная водная артерия Балхаш-Илийского водного бассейна и является трансграничным водотоком международного значения [4], она образуется от слияния рек Текес и Кунгес на территории Китая.

В настоящее время промысловый запас рыб в водоемах бассейна на 80–90% составляют акклиматизанты – лещ, судак, сом, жерех и сазан. В соответствии с целенаправленным формированием промысловой ихтиофауны в водоемы бассейна были в разное время акклиматизированы не только сазан, лещ, судак, но и шип, усач, белый амур, белый и пестрый толстолобики и др. Зарыбление водоемов проводилось икрой рыб, личинками, сеголетками и разновозрастными особями. Не все рыбоводно-акклиматизационные мероприятия достигли цели, многие попытки оказались неудачными. Лишь часть акклиматизационных работ достигла своей цели, что выразилось в повышении рыбопродуктивности водоемов, а часть – провалилась из-за недоучета специфики водоемов и биологических особенностей вселенцев. Так или иначе, плановая реконструкция ихтиоценозов произошла и результаты ее известны.

Как показывает практика, ненамеренные или случайные вселения новых видов могут происходить разными путями: вследствие переноса организмов или их гамет транспортными судами; при разведении рыбы в искусственных водоемах, когда такие водоемы получают гидрологическую связь с озерами вследствие наводнений; наконец, путем транспортировки паразитических организмов организмами-хозяевами и т.д.

В последние годы чужеродные виды в реке Или, Капшагайском водохранилище, к которым относятся черный лещ, пелядь, тилapia, змееголов, постепенно начал оказывать больше влияние на экосистемы трансграничной р. Или и ниже расположенные водоемы. Например, в результате акклиматизации новых видов некоторые аборигенные виды (балхашский окунь, илийская маринка) стали редкими и внесены в Красную Книгу Республики Казахстан [5]. Непромысловые аборигенные виды (османы, гольцы и др.) были вытеснены в придаточную систему и некоторые виды (гольян семиреченский, балхашский, губач одноцветный) также занесены в Красную книгу Алматинской области [6].

В составе ихтиофауны водоемов бассейна в настоящее время

насчитывается 33 видов рыб, причем большее видовое разнообразие демонстрируют речные системы (табл. 1). Данный таксономический список ихтиофауны является неокончательным в силу нескольких причин: продолжается вселение чужеродных видов в Балхаш-Илийский бассейн через р. Или, систематика таких групп как гольяны, балитровые в широком смысле в настоящее время переживает период бурного развития, внутри «старых» видов постоянно обнаруживаются видо-двойники, некоторые виды нуждаются в уточнении (систематическая принадлежность) т.к. по ним отсутствует литература по установлению видовой принадлежности и т.д. [7].

Как показывают исследования, река Или и ряд мелких рек втекающих в нее являются местом обитания представителей «краснокнижных» видов рыб (шип, аральский усач, балхашский окунь), недавно появились змееголов, черный лещ (1997–1998 гг.) [8], пелядь, тиляпия (2009–2010 гг.), что, несомненно, повышает уровень биологического разнообразия составляющих видов. Однако, если балхашский окунь и маринка являются коренными представителями Балхаш-Илийского бассейна, образуя здесь как местную популяцию, а шип, сазан, судак и др. относятся к плановым вселенцам (акклиматизанты) данного бассейна, то вышеуказанные виды рыб – змееголов, черный лещ, пелядь и тиляпия, появившийся буквально в последние годы, могут считаться чужеродными элементами данного рыбного сообщества, к тому же занесенным сюда случайно (интродуценты) по реке Или с территории КНР.

Как показывают исследования и анализ фондовых материалов, современное разнообразие рыб в районе исследований характеризуется практически полным вытеснением аборигенной ихтиофауны из основного водоема. Вообще, изучение ихтиофауны Балхаш-Илийского бассейна было начато только во второй половине XIX века. К.Ф. Кесслер на основании анализа материалов, собранных экспедицией А.П. Федченко, впервые опубликовал сведения о видовом составе р. Или, включив туда также описания рыб из оз. Балхаш и бассейна Алакольских озер [9]. Основными промысловыми видами рыб крупного водоема Балхаш – Илийского бассейна – оз. Балхаш до акклиматизации сазана (*C. carpio* Linnaeus, 1758), леща (*A. brama* Linnaeus, 1758), судака (*S. lucioperca* Linnaeus, 1758) и других рыб были балхашский окунь (*Perca schrenki* Kessler) и балхашская маринка (*Schizothorax argentatus*). Последний вид представлен двумя подвидами: балхашская маринка (*Schizothorax argentatus argentatus* Kessler) и илийская маринка (*Schizothorax argentatus pseudaksaiensis* Herzenstein) [10].

В целом, история акклиматизации чужеродных видов рыб в Балхаш-Илийский бассейн до 1990 г. подробно описано в монографии «Рыбы

Казахстана» (том 1, 2, 3, 4, 5). В последующий период официально зарегистрированных пересадок рыб не производилось. Однако, как отмечалось выше, проникновение чужеродных видов рыб в водоемы Балхаш-Илийского бассейна продолжается, и по сей день. Благодаря постоянному мониторингу ихтиофауны казахстанской части р. Или нам удалось выявить проникновение с территории КНР в последние 20 лет кроме черного амурского леща, змееголова, пеляди, тилипии еще несколько новых видов рыб. Например, ранее в бассейне р. Или, включая территорию КНР, отсутствовали такие виды как медака, вьюн, горчаки. Вероятно, вследствие каких-то акклиматизационных работ на территории КНР эти виды проникли в р. Или и распространились на Казахстанскую часть бассейна, включая Капшагайское водохранилище.

При худшем развитии ситуации вторжение этих видов может внести дисбаланс в устоявшуюся систему функционирования экосистемы, в том числе и для промысловых биоресурсов. Не исключено и появления на территории РК и других новых видов рыб для данного бассейна.

Следует отметить, что в настоящее время, ихтиоценозы водоемов бассейна имеют не только различный уровень разнообразия составляющих их видов, но и разное соотношение их численности. Численность и биомасса каждого вида в водоеме определена его трофическим статусом: чем выше трофический статус водоема, тем большим числом видов может быть представлена его ихтиофауна, и тем выше выход рыбной продукции. По степени сохранения биологического разнообразия экосистемы можно оценить ее состояние в данный момент, и экологическую устойчивость. Стабильные и нетронутые экосистемы сохраняют высокую степень биологического разнообразия, а в разрушаемых экосистемах обычно наблюдается его обеднение [11].

Как отмечалось выше, результаты постоянного мониторинга и данные проведенных исследований последних лет в реке Или (зона подпора), позволил нам представить современное биологическое состояние змееголова.

*Channa argus* Cantor – *Змееголов*. Он населяет водоемы Китая и Кореи, распространен в бассейнах рек Уссури, Сунгари, среднего и нижнего течения Амура, а также оз. Ханка. Он попал в р. Сырдарью в начале 1960-х гг. вместе растительноядными рыбами из КНР и вскоре расселился в бассейне Арала, включая реки Талас и Шу и низовья р. Сарысу.

По данным исследований Дукравца Г.М. [12] он был завезен вместе с молодью карпа и растительноядных рыб из бассейна Арала в один из прудов вблизи Алматы, откуда по оросительным каналам попал в реку Малая Алматинка, а затем в Каскелен, которая впадает в Капшагайское водохранилище. За прошедший небольшой промежуток времени он успел

распространится как до верховья водохранилища (озера подпорной зоны) так и до озерной системы Нижней дельты Или на Балхаше. Взрослые особи змееголова единично стали встречаться в уловах рыбаков, а также в научно-исследовательских уловах на отдельных участках Капшагайского водохранилища начиная с 2008 года. Такие случаи отмечаются и в устьях рек Каскелен, Иссык и других, а также на разливах (озерах) подпорной зоны. Так, по данным наших наблюдений в научно-исследовательских уловах 2008 года в подпорной зоне из пойменных водоемов пойман один экземпляр змееголова (длина 54.5 см, масса – 1955 г). Позже, в 2010 году в подпорной зоне в научно-исследовательских уловах присутствовал уже 14 экз. и 7 экз. пойманы местными рыбаками. Всего выловлено 21 экз. змееголова с общей массой 29.5 кг. В 2011 году в подпорной зоне также в наших научно-исследовательских уловах отмечено 39 экз. рыб. Из всего выловленной рыбы 46.2% составили самцы и 35.9% неполовозрелые особи. По материалам 2011 г. средние показатели по длине и весу составили 36.7 см и 645 г, соответственно (табл. 1).

**Таблица 1.**

Размерно-возрастной состав змееголова из Капшагайского водохранилища, 2010–2011 гг.

2010 год							
Пределы колебаний	Длина, см	общий вес, г	малый вес, г	возраст, лет	упитанность по Фультону	упитанность по Кларк	n
Мин.	47.5	1100	900	4	0.9	0.8	21
Мак.	54.0	2000	1788	6	1.3	1.2	
Сред.	51.1	1623	1471.6	-	1.2	1.1	
2011 год							
Мин.	28.5	247	220	3	0.6	0.6	39
Мак.	51.5	1774	1625	6	1.6	1.5	
Сред.	36.7	644	599	-	1.1	1.1	
Примечание: мин. – минимальные показатели, мак. – максимальные показатели, сред. – средние показатели. n – количество экземпляров							

В условиях бассейна р.Или (верхнее течение и Капшагайское водохранилище) нерест змееголова проходит с повышением температуры воды 18 °С и выше, в конце мая и начале июня месяцев. Как показали наблюдения и исследования, в уловах 2010 г. присутствовали самки с гонадами на IV стадии зрелости (23.8%). Показатели индивидуальной плодовитости колеблись в пределах от 59.2 до 70.0 тыс. икринок, в среднем, составляя 64.6 тыс. икринок [13].

Биологические показатели змееголова в водохранилища в целом не выходят за рамки, свойственные этому виду. Исходя из опыта распространения и обитания этого вида в водоемах южного региона страны предполагаем, что змееголов в водоемах бассейна Балхаш-Или после его полной натурализации не будет иметь высокую численность, займет свою экологическую нишу, в основном, в стоячих и заросших озерах дельты реки Или и подпорной зоны Капшагайского водохранилища.

Однако, как показали наблюдения, в указанных районах распространения отмечался его нерест, причем, благополучный, что дает основание ожидать дальнейшего роста численности и ареала распространения, о чем свидетельствует участвовавшие случаи поимки в ниже расположенном водоеме – оз.Балхаш. Насколько благоприятным окажется пребывание указанных чужеродных видов рыб в водоемах проникновения и как они приживутся – покажет время и дальнейшие исследования.

В целом, появление новых видов может привести к неоднозначным результатам (включая угрозу биоразнообразия) и это зависит от специфичности вида, особенностей водоема, видовой структуры сообществ, уровня антропогенного воздействия. Проблема инвазий чужеродных видов относится к одному из важнейших направлений фундаментальных и прикладных исследований, и поэтому всегда следует проводить работы такого характера.

Таким образом, всё изложенное позволяет сделать вывод, что проблема биологических инвазий чужеродных видов на территорию Казахстана является важнейшим аспектом обеспечения экологической безопасности страны. Поэтому на границе в таможенных постах необходимо ужесточение ветеринарно-санитарного контроля ввоза на территорию республики живых гидробионтов, с целью своевременного выявления основных их транзитных путей, разработать прогнозы и меры по предотвращению инвазий и смягчению их последствий.

### Список литературы

1. *Ижеский С.С.* Чужеземные насекомые как биоагрессоры. Экология. 1995. No2. С.119–122.
2. *Колонин Г.В., Герасимов С.М., Морозов В.Н.* Биологическое загрязнение. Экология. 1992. No2. С. 89–94.
3. Инвазивные чужеродные виды: Пан-европейская стратегия по биологическому и ландшафтному разнообразию. Венгрия: 2002–14 с.

4. Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов (участков) международного и республиканского значения: Пост. Прав. РК 03.11.2004 г. № 1137 – Астана, 2004. – 1 с.
  5. Красная книга Республики Казахстан. Том 1. Животные. Часть 1. Позвоночные. Изд. 4-е, испр. и дополн. (колл. авторов). – Алматы: «Нур-Принт», 2008. – 320 с.
  6. Красная книга Алматинской области. Животные. Алматы, 2006. – 520 с.
  7. *Мамилов Н.Ш.* Разнообразие ихтиофауны малых водоемов Балхашского бассейна. Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: Мат.международ.конф. 22–26 сентября 2008 г. Горно-Алтайск – Горно-Алтайск: РИО ГОЕВПО «Горно-Алтайский государственный университет. 2008. Ч.1. С.124–129.
  8. Экологический мониторинг, разработка путей сохранения биоразнообразия и устойчивого использования ресурсов рыбопромысловых водоемов трансграничных бассейнов. Раздел: Капшагайское водохранилище: Отчет о НИР (промежуточный) /КазНИИРХ – Алматы, 2003. – 63 с.
  9. *Кесслер К.Ф.* Путешествие А.П. Федченко в Туркестан: Рыбы //Известия общества любителей естествознания, антропологии этнографии. Спб., 1874. Т.2. Вып.3. 63с.
  10. *Баимбетов А.А., Митрофанов В.П., Тимирханов С.Р.* Маринка Балхашская. Рыбы Казахстана: в 5-ти т. Т.3: Карповые (продолжение). – Алма-Ата: Наука, 1988. – 304 с.
  11. *Решетников Ю.С., Попова О.А. и др.* Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. – М.: Наука, 1982. – С. 247.
  12. *Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., и др.* Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1989. – Т. 3. – 312 с.
  13. Комплексная оценка эколого-эпидемиологического состояния биоресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Казахстана для формирования государственного кадастра. Раздел: Капшагайское водохранилище и река Или: Отчет о НИР (промежуточный) /КазНИИРХ – Алматы, 2010. – 136 с.
-

# МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЛИНЕЙНОГО РОСТА ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА ТИМАНСКОГО ВОДОТОКА (ВЕРХНЕЕ ТЕЧЕНИЕ Р. ВЫМЬ)

А.Б. Захаров<sup>1</sup>, Э.И. Бознак<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,  
Сыктывкар, Россия, zaharov@ib.komisc.ru*

<sup>2</sup> *Сыктывкарский государственный университет, Сыктывкар, Россия,  
boznak06@rambler.ru*

Европейский хариус широко распространен в водоемах европейской части России, предпочитая водотоки полугорного типа и верховья крупных рек (Атлас., 2002). В водотоках Тимана этот вид рыб практически повсеместно является доминантом, составляя от 23.5% до 95.6% (в среднем около 70%) контрольных уловов (Захаров, Бознак, 2011), а в случае применения крючковых орудий (спиннинг, нахлыст, поплавочная удочка) уловы состоят почти исключительно из европейского хариуса. На сегодняшний день хозяйственное освоение территории Центрального Тимана, связанное с разведкой и добычей минеральных полезных ископаемых, пока не привело к заметным нарушениям тиманских водотоков. Однако развитие системы транспортных коммуникаций, облегчающей доступ к ранее труднодоступным участкам водотоков, возрастание технической вооруженности рыболовов и неэффективная система охраны рыбных запасов привели к резкому возрастанию промысловой нагрузки. В результате практически повсеместно произошло омоложение возрастной структуры хариуса и снижение его размерно-весовых характеристик (Захаров, Черезова, 2008; Захаров, Бознак, 2009).

Важным индикатором состояния популяции является рост составляющих ее особей. На параметрах роста (скорость роста, индивидуальная изменчивость показателей) сказываются, как генетические особенности, так и результаты взаимодействия организма с комплексом факторов среды обитания (Дгебуадзе, 2001). В данной работе предпринята попытка на основе накопленных материалов проанализировать изменения основных параметров роста европейского хариуса, произошедшие с конца прошлого века до настоящего времени.

В работе использован материал, собранный во время рекогносцировочных исследований (1980–90-е гг.) и последующей реализации мониторинга (с 2005 г.) состояния рыбного населения верхнего течения р. Вымь (тиманский водоток, относящийся к бассейну р. Северная Двина), осуществляемого Институтом биологии Коми НЦ



УрОРАН. Нами проанализированы сборы чешуи более 1500 экз. хариуса, отловленного разное время из верхнего течения р. Вымь, что позволило охарактеризовать рост особей, относящихся к 11 генерациям.

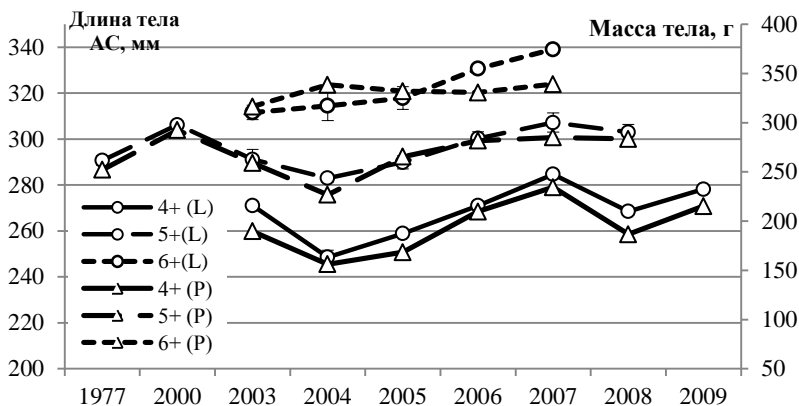
Чешую для определения возраста собирали из первого-второго чешуйного ряда над боковой линией, позади от вертикали, проведенной от заднего края спинного плавника. Определение возраста и измерения чешуи выполнены при помощи бинокля (увеличение 2x8). Ретроспективный анализ роста рыб проведен методом обратного расчисления по формуле прямой пропорциональности (Правдин, 1966). Для снижения погрешностей, возникающих при определении возраста и оценке роста, все измерения проделаны одним оператором. На основе полученных данных для каждой особи была определена удельная скорость линейного роста (темп роста длины тела) за период времени ( $t_2 - t_1$ ), по формуле Шмальгаузена-Броди  $C = (lgL_n - lgL_0)/0.4343(t_n - t_0)$  (Мина, Клевезаль, 1976), где  $L_n$  – длина тела рыбы (длина тела по Смиту) в конечный момент времени, рассчитанная на момент закладки соответствующего годового кольца ( $t_n$ ),  $L_0$  – длина тела, рассчитанная для начального момента времени.

Самцы европейского хариуса, обитающего в верхнем течении р. Вымь, как правило, характеризуются несколько большими размерами и весом тела. Однако в большинстве случаев эти отличия невелики. Так, при сравнении возрастных групп, представленных достаточно большим числом особей (более 20 экз. каждого пола), в разных генерациях различия между самками и самцами по длине тела колеблется от 1.3% до 9.8% (в среднем 3.6%), расхождение по весу составляет от 0.2% до 19.7% (в среднем 8.3%). Все это позволяет для дальнейшего анализа использовать материал без учета пола.

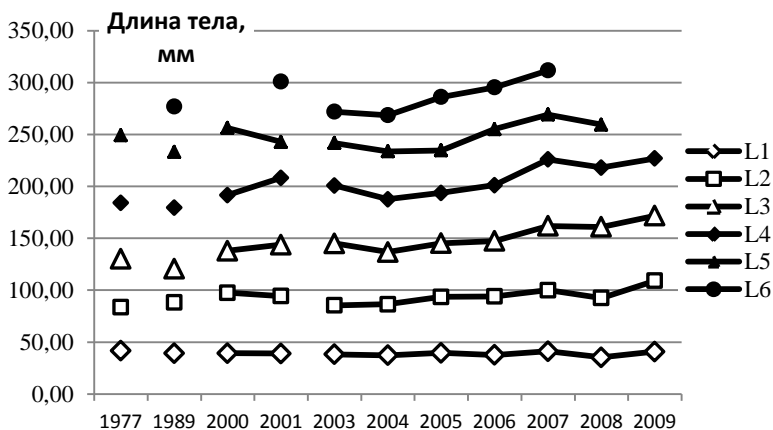
На протяжении всего периода исследований хариус, обитающий в верхнем течении р. Вымь, рос достаточно успешно, отставая по этому показателю лишь от быстрорастущих особей из некоторых водотоков бассейна р. Печора (Кучина, 1962, Соловкина, 1962). Все это свидетельствует о благоприятных условиях нагула и хорошем состоянии кормовой базы этого вида рыб. Действительно, не смотря на продолжающуюся более 10 лет разработку месторождения бокситов, состояние верхнего течения р. Вымь остается близким к естественному (Захаров, Бознак, 2011).

Длина и вес тела одновозрастных рыб, принадлежащих к разным генерациям, не остаются постоянными. В возрастных группах 4+ и 5+ отмечаются межгодовые колебания размеров без четко выраженной закономерности, у семилетних особей (6+) прослеживается тенденция к увеличению длины тела рыб более поздних генераций (рис. 1).

Сходная картина видна и при анализе результатов обратного расчисления роста. Отметим, что рыбы, относящиеся к разным поколениям, к концу первого года жизни характеризуются практически одинаковой расчисленной длиной тела, достоверной корреляции между этим показателем и среднегодовыми температурами не обнаружено. Длины тела рыб, рассчитанные на момент закладки 3–6 годовых колец, в ряду поколений 2000–2009 гг. не смотря на межгодовые колебания, постепенно увеличиваются (рис. 2).

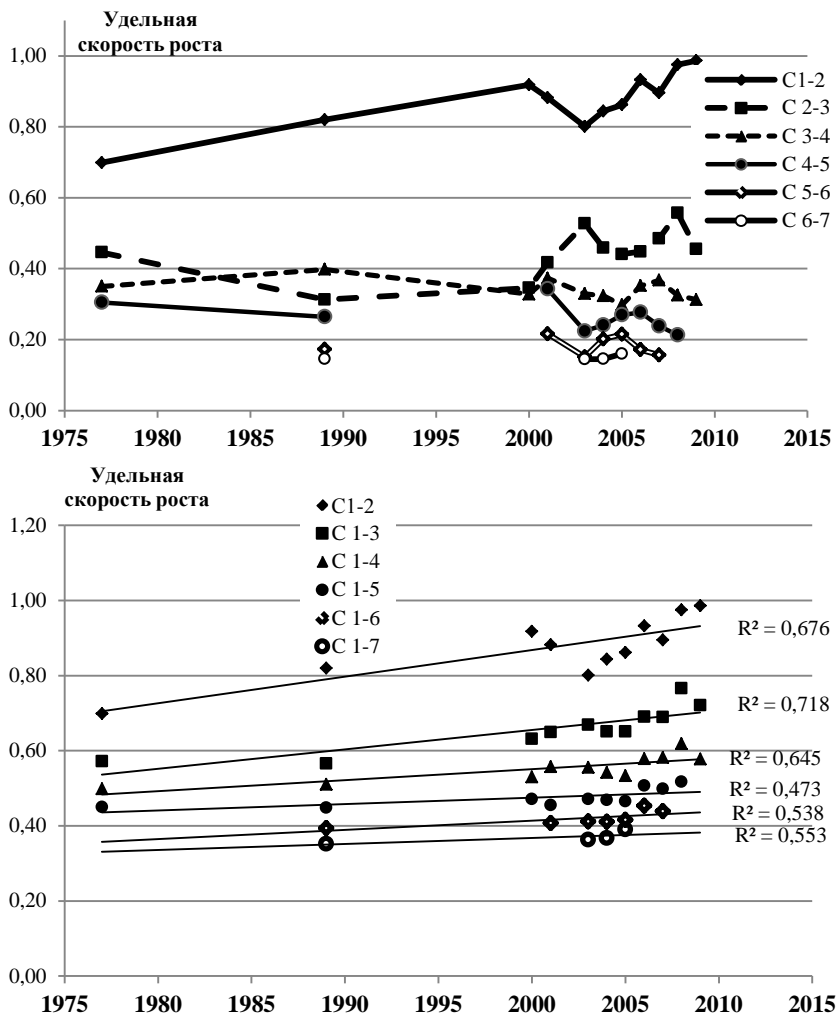


**Рис. 1.** Длина (L) и масса тела (P) возрастных групп, преобладающих в контрольных уловах хариуса верхнего течения р. Вымь



**Рис. 2.** Изменение средних длин тела хариуса разных генераций (по результатам обратных расчислений).

Описанное увеличение размеров хорошо согласуется с результатами расчетов удельной скорости роста. Средние значения показателей удельной скорости роста, характеризующие скорость роста рыб на втором году жизни ( $C_{1-2}$ ), в ряду генераций хариуса 1977–2009 гг. закономерно возрастают (рис.3).

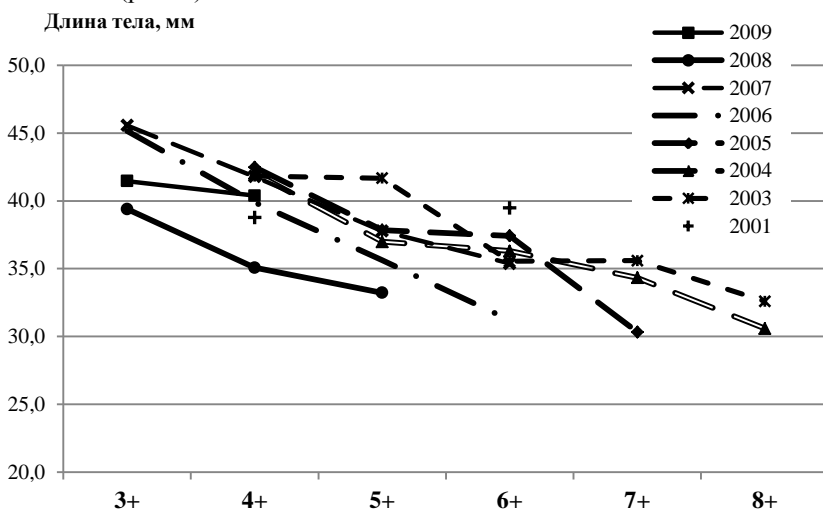


**Рис. 3.** Средние значения показателей удельной скорости роста длины тела хариуса верхнего течения р. Вымь, рассчитанные для разных временных интервалов.

На третьем году ( $C_{2.3}$ ) это увеличение выражено не столь явно, а в дальнейшем наблюдаются лишь межгодовые колебания без какой-либо четкой закономерности. Таким образом, ускорение линейного роста у хариуса изучаемого водотока происходит в период, предшествующий половому созреванию. Удельная скорость роста хариуса разных генераций (при близких средних размерах рыб, достигаемых к концу первого года жизни), рассчитанная для разных временных отрезков (C1-2; C1-3; C1-4 и т.д. лет жизни) также постепенно увеличивается (рис. 3).

Одним из факторов, способных оказать влияние на рост хариуса верхнего течения р. Вымь, является разрежение популяции, вызванное интенсивным выловом. Действительно, в результате практически неконтролируемого рыболовства произошло омоложение возрастного состава и ускорение полового созревания хариуса, обитающего не только в верхнем течении р. Вымь, но и в значительном большинстве водотоков Тимана (Захаров, Бознак, 2011).

У хариуса исследуемого водотока, расчисленные длин тела рыб старших возрастов практически во всех генерация закономерно снижаются (рис. 4).



**Рис. 4** Длина к моменту закладки первого годового кольца, рассчитанная для разных возрастных групп хариуса верхнего течения р. Вымь.

Известно, что при отлове происходит селективное изъятие из популяции быстрорастущих особей, раньше достигающих промысловых размеров. В результате, старшие возрастные классы формируются

особями с замедленным ростом, что, по-видимому, и является одной из причин известного «феномена Розы Ли» (Пушкин, 1971). Следовательно, ускорение роста рыб в генерациях 2005–2009 гг. может быть вызвано уменьшением доли старшевозрастных рыб в выборках, на основании которых охарактеризован рост разных генераций хариуса. Действительно, наблюдается достоверная отрицательная корреляция (ранговая корреляция Спирмена) между средним возрастом рыб в выборке и значениями показателей удельной скорости роста хариуса, рассчитанных для второго ( $R_s = -0.87$ ), второго-третьего ( $R_s = -0.68$ ) и второго-четвертого годов жизни ( $R_s = -0.75$ ). Определенную роль может играть и изменение соотношения полов в старших возрастных группах. Действительно, доля самцов (несколько опережающих самок по скорости роста) в разных генерациях снижается с 40.0–71.4% (в среднем 55.0%) в возрастной группе 3+ до 23.8–37.5% (в среднем 29.5%) в группе восьмилетних рыб.

Одним из следствий интенсивного вылова (в результате изъятия потенциально быстрорастущих особей) может оказаться изменение степени варьирования размеров тела рыб. Действительно, у хариуса верховий р. Вымь коэффициент вариации расчисленной длины тела рыб к концу шестого года жизни (4.4–9.9%, в среднем 7.8%) оказывается практически в 3 раза ниже, по сравнению с данными, характеризующими вариацию расчетных длин тела рыб к концу первого года жизни (13.5–22.9%, в среднем 17.4%).

Таким образом, анализ накопленных материалов демонстрирует не только выраженную тенденцию к возрастанию размеров тела хариуса верхнего течения р. Вымь (в том числе и по результатам обратных расчислений), снижение степени варьирования размеров тела рыб, но и увеличение удельной скорости роста рыб, вызванное усилением пресса неконтролируемого рыболовства.

### Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. 379 с.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
- Захаров А.Б., Бознак Э.И. Влияние освоения бокситовых месторождений на рыбное население водотоков Тимана // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Материалы XXVIII междунар. конференции (5–8 октября 2009 г., г. Петрозаводск)/ Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С 228–232.
- Захаров А.Б., Бознак Э.И. Современное состояние рыбного населения водотоков Тимана // Современное состояние биоресурсов внутренних

- водоемов. Материалы докл. I Всероссийск. конференции с междунар. участием. 12–16 сентября 2011г., Борок, Россия. В 2-х тт. М.: АКВАРОС, 2011. С. 243–250.
- Захаров А.Б., Черезова М.И.* Ихтиофауна малых водотоков в районе разработки бокситовых месторождений Тимана // Разнообразие и пространственно-экологическая организация животного населения европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2008. С.54–80. (Тр. Коми НЦ УрО РАН, №184).
- Кучина Е.С.* Ихтиофауна притоков р. Усы.// Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1962 . С. 176–211.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Пушкин Ю.А.* К вопросу о биологической разнокачественности рыб в пределах одной генерации и о феномене Ли // Биология рыб бассейна Средней Камы. Вып. 2. (Ученые записки Пермского госуниверситета. № 261). 1971. С. 68–78.
- Соловкина Л.Н.* Рыбы среднего и нижнего течения р. Усы // Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1962 . С. 88–135.
- 
-

## СНИЖЕНИЕ ВОЗРАСТА ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ КАСПИЙСКОГО ПУЗАНКА (*Alosa caspia caspia*)

Т.С. Зубкова, С.И. Седов

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

В Каспийском море с начала 2000-х гг. наблюдаются большие экологические изменения, причиной чему стало появление в море азово-черноморского вселенца – гребневика мнемипсиса. Последствия интродукции значительны: снижение биомассы кормового зоопланктона и сокращение численности каспийских килек, являющихся главным объектом питания хищных сельдей. Негативное влияние в основном проявилось в южных районах моря, где зимуют морские мигрирующие сельди и нагуливается их молодь до наступления половой зрелости. Сложившиеся новые условия среды не могли не отразиться на биологии рыб как хищных видов, так и планктофагов.

Ранее нами было отмечено, что в современной популяции долгинской сельди средний возраст массового полового созревания снизился с 3.4 до 2.9 года [1]. Устойчивое постепенное понижение данного показателя выявлено за период с 2000 по 2012 гг. В связи с полученными результатами расчетов была произведена корректировка величины, применяемой в формуле расчета коэффициента естественной мгновенной смертности долгинской сельди. Данный коэффициент увеличился с 0.45 до 0.53.

В представленной работе проанализированы сроки полового созревания каспийского пузанка в современных условиях. Использованы материалы, собранные в весенний период 2012–2013 гг. Полному биологическому анализу подвергнуто 319 производителей.

Каспийский пузанок относится к группе морских мигрирующих сельдей. В Южном Каспии проводит зиму, через Средний Каспий он мигрирует, в Северном Каспии нерестится. Каспийский пузанок значительно уступает в размерах другим морским сельдям, таким как долгинская сельдь и большеглазый пузанок. Интенсивно растет на первом году жизни. Начиная с 3 лет темп роста заметно снижается, что объясняется массовым созреванием пузанка. Самцы начинают созревать в 2 года, массовая половая зрелость наступает в возрасте 3 лет. Но есть много самок, впервые идущих на нерест в 4-летнем возрасте, в 5-летнем они единичны [2].

Шубина Л.И. (1981) по материалам 1962–1973 гг. проанализировала сроки полового созревания каспийского пузанка [3]. Согласно ее исследованиям, в 2 года созревало 24.4%, в 3 года – 46.2%, в 4 года – 24.6%,

в 5 лет – 4.8%. Сопоставив полученные данные с материалами 1937–1942 гг., она пришла к выводу, что темп полового созревания ускорился. Другими словами, каспийский пузанок начал созревать при меньших размерах. За три десятилетия понижение возраста полового созревания у самок составило 0.02 года, у самцов – 0.3 года. Автор предположил причину в ухудшении экологических условий, особенно на нерестовом ареале, вызванных снижением уровня моря. Такие случаи отмечались учеными и ранее. Например, лещ при резких изменениях экологических условий может мельчать и созревать при меньших размерах [4].

Весной 2012–2013 гг. возрастной состав нерестовой части популяции каспийского пузанка состоял из шести генераций: от 2- до 7-годовиков. Количество нерестовых марок на чешуе пузанка варьировало от одной до четырех. Также в пробах присутствовали особи, впервые пришедшие на нерест («пополнение»), без нерестовых марок на чешуе (табл. 1).

**Таблица 1.**

Нерестовые марки на чешуе каспийского пузанка (весна 2012–2013 гг., Северный Каспий)

Нерестовые марки	Возраст, лет						Всего, экз.
	2	3	4	5	6	7	
0	58	56					114
1		27	48				75
2			7	80	1		88
3				6	31	1	38
4					2	2	4
Всего, экз.	58	83	55	86	34	3	319

Возраст массового полового созревания каспийского пузанка был вычислен аналогично нашим расчетам по долгинской сельди [1]. Для удобства подсчёта данные из таблицы 1 объединили по возрасту полового созревания.

В возрасте двух лет созрели: 2-годовики без марок на чешуе, 3-годовики с 1 маркой, 4-годовики с 2 марками, 5-годовики с 3 марками, 6-годовики с 4 марками. Итого: 100 экземпляров. В возрасте трёх лет созрели: 3-годовики без марок на чешуе, 4-годовики с 1 маркой, 5-годовики с 2 марками, 6-годовики с 3 марками и 7-годовики с 4 марками. Итого: 217 экземпляров. В возрасте четырёх лет созрели: 6-годовики с 2 марками и 7-годовики с 3 марками. Итого: 2 экземпляра.

Из общей выборки (319 экз.) основная масса рыб (68%) созрела в возрасте 3 лет. Впервые пришли на нерест в возрасте 2 лет 31.3% пузанков. В более поздний срок (4 года) созрели только 0.7% сельдей. Зная процентное соотношение, можно рассчитать средний возраст



массового полового созревания каспийского пузанка.

$$(31.3*2+68.0*3+0.7*4) / 100 = 2.694 \text{ года}$$

В результате, установлено, что в современной популяции каспийского пузанка самки созревают в возрасте 2.85 года, самцы – в 2.42 года, в среднем оба пола – в 2.69 года. Полученные величины сравнили с предыдущими исследованиями (табл. 2) и пришли к выводу, что в целом за 70-летний период наблюдений возраст полового созревания самок понизился на 0.52 года, самцов – на 0.6 года.

**Таблица 2.**

Динамика снижения возраста полового созревания каспийского пузанка

Пол рыб	1937–1942 гг.*	Снижение за 30 лет	1962–1973 гг.**	Снижение за 40 лет	2012–2013 гг.
Самки	3.37	0.02	3.35	0.5	2.85
Самцы	3.02	0.3	2.72	0.3	2.42

*Примечание:* \*данные Махмудбекова А.А. (1947), \*\* данные Шубиной Л.И. (1981)

Так как коэффициент естественной смертности (М) чувствителен к изменению возраста полового созревания рыб [5], то рекомендуется при дальнейших расчетах произвести корректировку с учетом уточненных данных и принимать возраст массового полового созревания каспийского пузанка равным 2.69 года. От достоверности определения величины естественной мгновенной смертности напрямую зависят дальнейшие расчёты убыли поколений вида.

Предположительно, причина наблюдаемого ускорения темпов полового созревания каспийских сельдей связана с ухудшением условий нагула, особенно младших генераций. Приспособительное свойство рыб – их созревание при малых линейных размерах в малокормных водоемах.

Почти круглогодичный нерест анчоусовидной кильки обеспечивал кормом молодь и взрослых сельдей, находящихся в южных районах моря. После сокращения промысловых запасов двух видов килек в 2001 г. дефицит кормовой базы вызвал постепенное снижение темпа линейно-весового роста у хищных каспийских сельдей. Примером может служить снижение размерно-весовых характеристик большеглазого пузанка, что стало следствием неудовлетворительной обеспеченности пищей в нагульный и зимовальный периоды в Среднем и Южном Каспии [6].

Качина Т.Ф. (1977) на примере корфо-карагинской сельди (стадо тихоокеанской сельди) отмечала изменения в соотношении линейного роста, упитанности и скорости созревания, связанные с напряжением в обеспеченности пищей [7]. Это было обусловлено нарушениями в экосистеме Олюторского залива, где в течение первых трех лет жизни

обитала молодь вида.

В Северном Каспии осенью задерживаются молодые генерации морских сельдей в возрасте от 1 до 3 лет. В последние годы их разреженные скопления наблюдаются на нагульном ареале до поздней осени. Доминирующим видом в траловых уловах среди сельдей с июня по октябрь 2013 г. был каспийский пузанок (75.6%).

На недостаточную обеспеченность рыб пищей в Среднем и Южном Каспии указывает снижение линейно-весовых показателей половозрелых особей, приходящих весной из южных районов моря впервые на нерестилища Северного Каспия.

Таким образом, в последние годы наблюдается ускорение полового созревания зоопланктофага каспийского пузанка, что ранее было отмечено у другого вида – хищника долгинской сельди.

### Список литературы

1. *Зубкова Т.С.* Средний возраст массового полового созревания долгинской сельди *Alosa braschnikowii braschnikowii* Borodin // Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море: сборник научных трудов. – Астрахань: КаспНИРХ, 2012. – С.68–71.
2. *Махмудбеков А.А.* О созревании различных форм каспийского пузанка // Зоологический журнал. – 1947. – № 2. – С.143.
3. *Шубина Л.И.* Рост и половое созревание каспийского пузанка // Вопросы ихтиологии. – 1981. – Т.21 (127). – Вып.2. – С. 305–316.
4. *Васнецов В.В.* О закономерностях роста рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии, 1953. – С. 218.
5. *Третьяк В.Л.* Моделирование мгновенных коэффициентов естественной смертности рыб в зависимости от возраста (на примере северо-восточной арктической трески): автореф. дисс. канд. биол. наук. – Мурманск, 2000. – 18 с.
6. *Андрианова С.Б., Барабанов В.В.* Промысел и качественная характеристика большеглазого пузанка *Alosa saposchnikowii* (Grimm) в Каспийском море // Вестник АГТУ: серия «Рыбное хозяйство». – 2013. – № 2 (сентябрь). – С.9–18.
7. *Качина Т.Ф.* Закономерности темпа полового созревания тихоокеанской сельди *Clupea harengus* Pallasi val. (на примере корфокарагинского стада) // Вопросы ихтиологии. – 1977. – Т.17. – Вып. 2 (103). – С. 301–311.

# СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИНЕЙНОГО РОСТА СИГА *COREGONUS LAVARETUS (COREGONIDAE)* ОЗ. КУЭТСЬЯРВИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Е.М. Зубова, Н.А. Кашулин, П.М. Терентьев

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,  
г. Апатиты, Россия, zubova@inep.ksc.ru*

## Введение

Озеро Куэцсьярви (нижнее течение р. Пасвик, Мурманская область), расположенное в приграничной зоне между Россией и Норвегией, является одним из наиболее загрязненных водоемов Евро-Арктического региона. Начиная с 1945 г. Куэцсьярви подвергается воздействию сточных вод и атмосферных выбросов ГМК «Печенганикель», что привело к повышению общей минерализации (72 мг/л), соединений серы и тяжелых металлов (в первую очередь Ni, Cu, Zn и др.) (Кашулин и др., 1999; Даувальтер, Кашулин, 2012). В настоящее время концентрации Ni и Cu в воде Куэцсьярви превышают условно-фоновые соответственно в 60 и 5 р. (табл. 1).

**Таблица 1.**

Содержание некоторых тяжелых металлов в воде (мкг/л) оз. Куэцсьярви, 2012–2013 гг.

-	$\frac{M+m}{\min - \max}$	Условно-фоновые
Cu	$\frac{14.3 \pm 0.4}{12.0-16.3}$	< 3
Ni	$\frac{119.1 \pm 1.9}{108.0-130.0}$	< 2
Zn	$\frac{4.8 \pm 0.3}{2.7-7.0}$	< 5
Co	$\frac{0.8 \pm 0.1}{0.4-2.2}$	< 1
Cd	$\frac{0.07 \pm 0.02}{0.05-0.1}$	< 0.2
Pb	< 0.3	< 0.5

*Примечание.* Условно-фоновые значения приведены по: Кашулин и др., 2013.

Рыбы в силу биологических особенностей являются удобными объектами изучения процессов трансформации водоемов, позволяющие установить неблагоприятные эффекты всего комплекса различных воздействий, включая и воздействие на другие компоненты водной

экосистемы (Моисеенко, 1991; Кашулин, 1999). Одним из аспектов комплексных исследований оз. Куэтсьярви, проводимые Лабораторией водных экосистем ИППЭС КНИЦ РАН в 2012–2013 гг., было изучение особенностей роста сига *Coregonus lavaretus* (L.), численность которого, несмотря на мощное антропогенное воздействие на озеро, составляет в уловах 70–90%. Как известно, ростовые характеристики рыб определяются видовыми свойствами, а также является суммарным выражением многих сторон экологии особей и своеобразным индикатором состояния популяции в целом (Дгебуадзе, 1979, 2001).

## Результаты

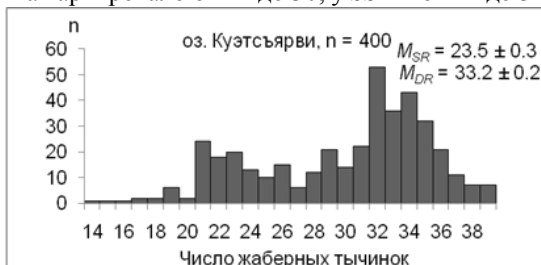
*Экологические формы сига.* Популяция сига оз. Куэтсьярви в наших уловах была представлена двумя формами, занимающими различные экологические ниши: малотычинковой (sparsely rakered, далее *SR*) (бентофаг) и среднетычинковой (densely rakered, далее *DR*) (планктофаг) (Кашулин и др., 1999) с числом тычинок на первой жаберной дуге соответственно от 14 до 31 ( $23.5 \pm 0.3$ ) и от 27 до 39 ( $33.2 \pm 0.2$ ) (рис. 1, 2а, б). Относительная величина наибольшей жаберной тычинки у *SR* формы сига варьировала от 7.0 до 17.7 ( $11.8 \pm 0.2$ )%, у *DR* формы – от 14.0 до 28.4 ( $17.9 \pm 0.2$ )%. В наших уловах *DR* форма сига была более многочисленна, по сравнению с *SR* формой. Соотношение этих двух форм в пробах было в среднем 1.5:1, что соответствует литературным данным (Кашулин и др., 1999).

У малотычинкового сига озера, начиная с возраста 3+ по наблюдаемой длине (*AC*) можно выделить быстрорастущую (large *SR*, далее *LSR*) и медленнорастущую или карликовую (small *SR*, далее *SSR*) формы (рис. 4а). Нужно отметить, что ранее крупный и мелкий малотычинковый сиг оз. Куэтсьярви рассматривались, как единая экологическая группа (Кашулин и др., 1999). Лучшее состояние организма *LSR* формы сига (в особенности состояния почки), по сравнению с *SSR* формой, предполагало рассматривать их, как мигрантов из более чистых районов системы р. Пасвик. В нашей работе мы попробовали рассмотреть вышеописанные формы малотычинкового сига, как разные нативные экологические формы для оз. Куэтсьярви. Первой причиной для этого послужило наличие особей со здоровой почкой, так и ее патологией, как у *SSR*, так и у *LSR*, второй – описание сосуществования трех экологических форм сига, в частности *LSR* формы, *SSR* и *DR* форм, в нескольких озерах системы р. Пасвик ранее (Amundsen et. al., 2004a; Siwertson et. al., 2010; Kim Præbel et al., 2013).

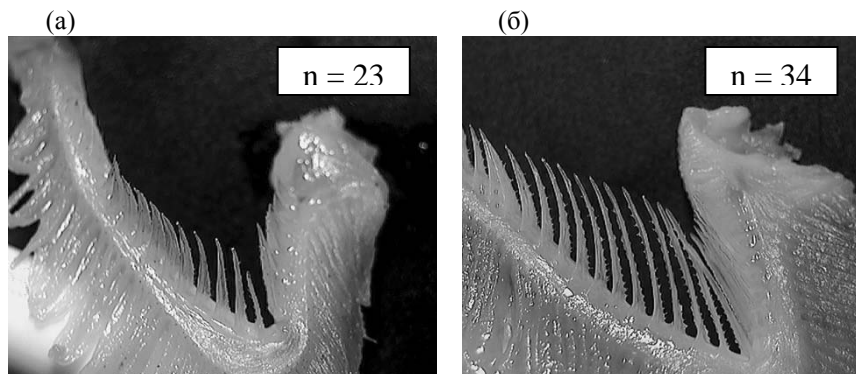
На данном этапе выделение *LSR* и *SSR* форм сига проводили на основе наблюдаемой длины (*AC*), учитывая при этом также индивидуальные особенности рассчитанных абсолютных приростов в течение жизни

сигов.

В наших уловах *LSR* форма сига в основном была приурочена к литоральной зоне, *SSR* – к профундальной, численное соотношение составило соответственно 1:7. Число тычинок на первой жаберной дуге у *LSR* формы сига варьировало от 21 до 30, у *SSR* – от 14 до 31.



**Рис. 1.** Распределение тычинок на первой жаберной дуге у различных экологических форм сига *Coregonus lavaretus* (L.) оз. Куэтсьярви, 2012–13 гг.



**Рис. 2.** Внешний вид тычинок на первой жаберной дуге у *SR* (а) и *DR* (б) форм сига оз. Куэтсьярви, 2012–2013 гг.

**Популяционные характеристики.** Популяция *LSR* формы сига оз. Куэтсьярви была представлена девятью возрастными группами: от 1+ до 9+, преобладали сиги в возрасте 4+-5+ (69%) длиной 27–33 см и массой 150–210 г. Сиги начинали созревать в возрасте 4+ (рис. 3а, г).

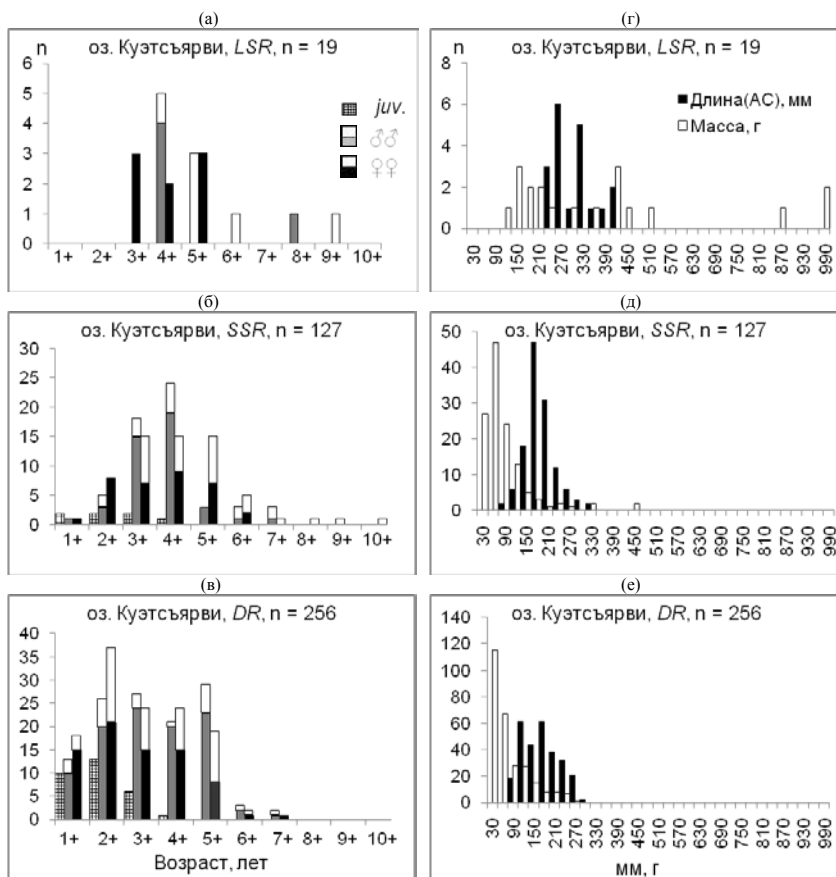
Популяция *SSR* формы сига была представлена десятью возрастными группами: от 1+ до 10+. Основу уловов (59%) составляли рыбы в возрасте 3+-4+, меньшей длины, чем у *SSR* формы сига – 15–21 см и массы – 60–90 г (рис. 3б, д). Возрастные группы старше 6+ были малочисленны и представлены единичными особями. Половое созревание у данной формы сига наступает раньше – в возрасте 2+-4+ при длине 13–14 см.

*DR* форма сига была представлена сравнительно меньшим числом возрастных групп: от 1+ до 7+, основу уловов (78%) составляли рыбы в возрасте 1+-3+ длиной (*AC*) 12–18 см и массой 30–60 г (рис. 3в, е). Половое созревание происходит в возрасте -1+-2+ при минимальной длине 8–10 см.

*Особенности линейного роста.* Обратные расчисления длины (*AC*) у различных форм сига оз. Куэтсьярви проводились по чешуе по методу Розы Ли, так как линии регрессии (длина тела – длина переднего диагонального радиуса) не проходили через начало координат (Брюзгин, 1969). Феномен Розы Ли не проявлялся. Кривые расчисленной длины представлены на рис. 4б, где видно, что *LSR* форма сига имеет большие значения длины со 2-го по 9 год жизни ( $P = 0.99$ ), по сравнению с *SSR* формой сига. При этом *DR* форма сига имела достоверно меньшие длины во всех возрастах, по сравнению *LSR* формой, но ей были характерны большие длины, по сравнению с *SSR* формой, начиная с 3-го годовалого возраста ( $P = 0.95$ ). Кривые расчисленной длины исследуемых форм сига достаточно хорошо описывают особенности роста по кривым наблюдаемой длины (рис. 4а, б).

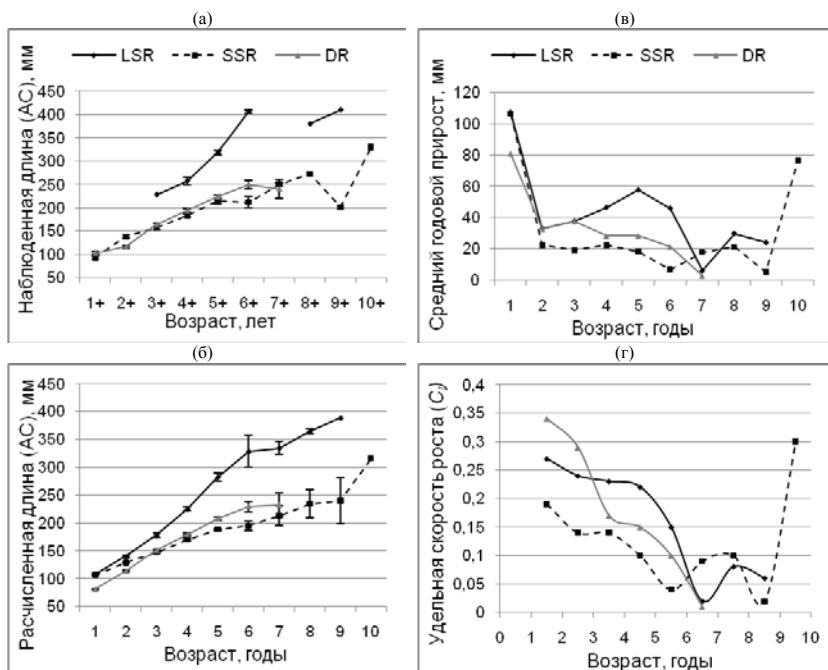
Такие особенности в расчисленной длине у различных форм сига обеспечиваются абсолютными средними годовыми приростами, которые у *LSR* формы, по сравнению с другими формами имеют большие значения со 2 по 6 год жизни (рис. 4в), в то время, как у *SSR* формы данный показатель для тех же возрастов имеет сравнительно наименьшие значения. Самый низкий линейный прирост в первый год жизни у *DR* формы обеспечивают достоверно низкие расчисленные длины в первые два года жизни, по сравнению с другими формами сига озера. При этом высокие приросты длины у данной формы сига со 2–3 год жизни (почти равные приростам *LSR* формы в этих возрастах) обеспечивают достоверно большие его размеры с 3 по 7 год жизни, по сравнению с *SSR* формой.

У всех исследуемых форм сига самый высокий линейный прирост характерен для 1 года жизни, со 2 года происходит постепенное снижение приростов для *SSR* и *DR* форм, в то время как у *LSR* формы с 3 по 5 год наблюдается резкое увеличение приростов, после чего происходит чередование периодов медленного и быстрого роста, которые также характерны и для *SSR* формы после 6-ти годовалого возраста (рис. 4в).



**Рис. 3.** Возрастной, половой состав (а, б, в) и размерный (г, д, е) состав у различных экологических форм сига оз. Куэтсьярви, 2012–13 гг. Незаштрихованной частью каждого столбика (а, б, в) показано количество рыб с III-IV стадиями зрелости гонад.

Выводы, сделанные на основе абсолютных средних годовых приростов подобны выводам, которые можно сделать на основе кривых удельной скорости роста по Шмальгаузену-Броди (рис. 4г).



**Рис. 4.** Кривые роста, построенные по наблюдаемой (а) и рассчитанной длине (б), абсолютные средние годовые приросты (в) и удельная скорость роста по Шмальгаузену-Броди (г) у различных форм сига оз. Куэтсьярви, 2012–2013 гг.

### Обсуждение

Таким образом, несмотря на высокую токсичность вод оз. Куэтсьярви, европейский сиг здесь остается доминирующим видом в уловах, образуя при этом три экологические формы, которые занимают различные места обитания в озере: 1) быстрорастущего малотычинкового сига, обитающего в литоральной зоне, 2) медленнорастущего маотычинкового сига, который занимает профундальную зону и 3) среднетычинкового сига, занимающего пелагиаль.

По основным популяционным характеристикам сига, особи представленных экологических форм не доживают до возрастов, характерных для данных форм сига в чистых водоемах исследуемого района. В частности, малотычинковый быстрорастущий и медленнорастущий сига доживают только до 9+ и 10+ соответственно



вместо 14+, среднетычинковый – до 7+ вместо 8+ (Стерлигова и др., 1996). Высокая смертность у старших возрастных групп сига оз. Куэтсьярви отмечалась и ранее (Кашулин и др., 1999) и объясняется влиянием сточных вод ГМК «Печеганикель». Малотычинковая карликовая и среднетычинковая формы сига оз. Куэтсьярви на сегодняшний день также имеют самые низкие показатели линейного роста в исследуемых водоемах, относящихся к системе р. Пасвик. Ранее для этих форм был отмечен уникально ранний для вида срок созревания при минимальных размерах (в возрасте 1+ при длине 6–9 см, массе 10 г), что рассматривалось, как одна из возможностей выжить в сильно загрязненных водах озера (Кашулин и др., 1999; Решетников, Богданов, 2011). На сегодняшний день такая тенденция также прослеживается.

Наличие в оз. Куэтсьярви двух нативных экологических форм малотычинкового сига: быстрорастущего и медленнорастущего доказывает одинаковый абсолютный расчисленный линейный прирост в первый год жизни. Начиная со второго года жизни, происходит расхождение малотычинкового сига по месту обитания: то есть одни переходят в литоральную зону, другие – в профундальную. Как известно, две эти зоны обитания включают разные объекты питания и их количественные характеристики и в итоге способствуют развитию различий в линейном росте малотычинкового сига (как в наблюдаемом, так и расчисленном). В литоральной зоне биомасса бентоса выше, что, возможно и объясняет большие приросты *LSR* формы сига после первого года жизни, по сравнению с *SSR* формой сига озера (Kim Præbel et al., 2013).

Достоверно низкий абсолютный линейный прирост в первый год жизни у среднетычинковой формы сига оз. Куэтсьярви расходится с общепринятыми представлениями о более высоких темпах роста у планктонофагов в первый год жизни (Решетников, 1980) и, возможно объясняет и может быть объяснено влиянием высокой токсичности вод, что проявляется в патологических изменениях внутренних органов и высоких уровнях накопления тяжелых металлов.

Если у исследуемых форм сига оз. Куэтсьярви рассмотреть зависимость: скорость роста – возраст наступления полового созревания, то наблюдается следующая закономерность: чем выше темпы линейного роста рыб, тем в более позднем возрасте они созревают. Описываемая зависимость является одной из форм связи между темпом роста и скоростью полового созревания, описанная у рыб в природных условиях (Кошелев, 1971).

## **Выводы**

В оз. Куэтсьярви на данный момент обитают три экологические

формы сига: быстрорастущий малотычинковый сиг, медленно растущий малотычинковый сиг и среднетычинковый сиг, которые различаются строением первого жаберного аппарата, местом обитания и питанием. Особенности питания у представленных форм сига озера способствуют развитию различий в линейном росте малотычинкового сига (как в наблюдаемом, так и расчисленном).

Основные популяционные характеристики трех форм сига оз. Куэтсьярви не соответствуют популяционным характеристикам сигов из условно-чистых водоемов района исследования: наблюдается сокращение числа возрастных у всех форм сига, для медленно растущего малотычинкового сига и среднетычинкового сига характерны самые низкие показатели линейного роста в исследуемых водоемах, относящихся к системе р. Пасвик. Также для этих двух форм отмечен уникально ранний для вида срок созревания при минимальных размерах.

Для впервые нерестящихся сигов трех форм сига оз. Куэтсьярви за исследуемый период более высокие темпы роста приводят к более позднему возрасту вступления в нерестовое стадо

### Список литературы

- Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев: Наукова думка, 1969. 188 с.
- Даувальтер В.А., Кашулин Н.А. Прогнозирование долговременных изменений пресноводных региональных систем рыбного хозяйства Арктики // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15, № 1. С. 171–180.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Рост леща в водоемах разных широт. Изменчивость рыб пресноводных экосистем. М.: Наука, 1979. С. 74–92.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
- Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А. Рыбы пресноводных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. 142 с.
- Кашулин Н.А., Даувальтер В.А., Денисов Д.Б., Валькова С.А., Вандыш О.И., Терентьев П.М., Кашулин А.Н. Некоторые аспекты современного состояния пресноводных ресурсов Мурманской области // Вестник МГТУ. 2013. Т. 16, № 1. С. 98–107.
- Кошелев Б.В. Некоторые закономерности роста и времени наступления первого икротетания у рыб // Закономерности роста и созревания рыб. М.: Наука, 1971. С. 186–218.
- Моисеенко Т.И. Закисление и загрязнение тяжелыми металлами поверхностных вод Кольского Севера. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1991. 47 с.

- Решетников Ю.С.* Особенности роста и созревания сигов в водоемах Севера // Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М.: Наука, 1966. С. 93–155.
- Решетников Ю.С.* Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
- Решетников Ю.С., Богданов В.Д.* Особенности воспроизводства сиговых рыб // Вopr. ихтиологии. 2011. Т. 51. № 4. С. 502–525.
- Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Ниемеля Е., Каукоранта М.* Биология сиговых озера Мантоярви // Экологические проблемы Севера европейской территории России: Тез. докл. Всерос. совещания.-Апатиты, 1996.-С. 127–128.
- Amundsen, P.-A., Bøhn, T. and Vaga, G.H.* Gill raker morphology and feeding ecology of two sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus*) morphs // Ann. Zool. Fennici. 2004. № 41, 291–300 p.
- Præbel K., Knudsen R., Siwertsson A., Karhunen M., Kahilainen K.K., Ovas-kainen O., Østbye K., Peruzzi S., Fevolden S.-E. and Amundsen P.-A.* Eco-logical speciation in postglacial European whitefish: rapid adaptive radiations into the littoral, pelagic, and profundal lake habitats // Ecology and evolution. 2013. № 3(15), 4970–4986 p.
- Siwertsson A., Knudsen R., Kahilainen K.K., Præbel K., Primicerio R., Amundsen P.-A.* 2010. Sympatric divercification as influenced by ecological opportunity and historical contingency in a young species lineage of whitefish // Evol. Ecol. 2010. № 12. 929–947 p.
-

# ДИНАМИКА ПИТАНИЯ ХИЩНЫХ РЫБ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ПЕРИОД 1949–2012 гг.

**М.Н. Иванова, А.Н. Свирская**

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
Борок, Россия, svirs@ibiw.yaroslavl.ru*

Рыбинское водохранилище было образовано в 1941–1947 гг. после зарегулирования стока рек Волги, Мологи, Шексны и слияния их вод. Из ихтиофауны, обитавшей в озерах и реках междуречья, сформировался равнинно-бореальный комплекс рыб, в котором из хищников доминировали щука и окунь. За первое десятилетие существования водоема озерного типа значительно возросла численность популяции судака и налима (Поддубный, 1971), к концу 20 столетия в уловах стал чаще встречаться берш (Иванова и др., 2013).

За более чем 60-летний период существования Рыбинского водохранилища из ихтиофауны исчезли одни виды, появились новые – вселенцы, некоторые из них натурализовались в водохранилище и достигли высокой численности (Слынько и др., 2001; Яковлев и др., 2001). С севера – из Белого озера в водохранилище проникли корюшка и ряпушка, которые не только стали постоянными компонентами ихтиофауны, но уже в 1952 г. и объектами промысла. В 90-х годах 20 столетия с юга по системе волжских водохранилищ в Рыбинское вселилась черноморско-каспийская тюлька и образовала здесь многочисленную популяцию. Вселение новых видов рыб заметно изменили соотношение кормовых организмов в пелагиали водоема.

Задача работы заключалась в изучении видового состава пищи хищных рыб Рыбинского водохранилища на разных этапах формирования ихтиофауны.

## **Материал и методика**

Было проанализировано питание 5 видов хищных рыб (щуки, судака, налима, берша, окуня) Рыбинского водохранилища за период 1949–2012 гг. Первые сведения о питании хищников во вновь созданном искусственном водоеме относятся к 1949–1950 гг. (Задульская, 1960) и к 1952–1953 гг. (Романова, 1956). Наши наблюдения за питанием хищников Рыбинского водохранилища были начаты в 1953 г. прошлого столетия и закончены в 2012 г. нынешнего. Они охватывают разные периоды жизни водоема: 1953–1963 гг. – стабилизация видового состава ихтиофауны; 1976–1977 гг. – расцвет популяции корюшки и низкая численность пополнения у окуня; 2005–2012 гг. – доминирование тюльки в пелагических скоплениях. Всего за эти годы было изучено питание (экз) 1778 судака, 2525 щуки, 717 налима, 3003 окуня и 193 берша. Содержимое желудков хищников исследовали по методике

Фортунаковой и Поповой (1973). При цифровой обработке материала значение отдельных видов рыб в пище ихтиофагов оценивали в процентах от общего количества ими съеденных. Собранный нами материал не охватывает рубеж XX и XI столетия, когда в водоеме появилась и впервые достигла высокой численности тюлька. Сведения о питании хищных рыб в 2000–2003 годы были взяты из работы М.В. Степанова и В.И. Кияшко (2008).

## Результаты

**Судак** (*Stizostedion lucioperca* L.) – пелагический хищник, обитающий в открытой зоне озер и водохранилищ (Атлас..., 2002), подстерегающий и преследующий добычу (Фортунакова, Попова, 1973; Попова, 1979). До образования Рыбинского водохранилища этот вид наиболее часто встречался в районе впадения в Волгу рек Шексна и Молога (Кулемин, 1944). Уже на первых этапах формирования ихтиофауны нового водоема судак освоил практически все биотопы, образовав к 1965–1968 гг., устойчивые скопления вдоль старых русел рек в эстуарных участках речных плесов (Поддубный, 1971).

**Таблица 1.**

Состав пищи судака *Stizostedion lucioperca* (L.) Рыбинского водохранилища (% от общего количества заглоченных рыб)

Вид пищи	XX век				XXI век	
	1949– 1950 гг. *	1952– 1953 гг. **	1953– 1963 гг.	1976– 1977 гг.	2000– 2003 гг. ***	2005– 2012 гг.
окунь	10.0	51.1	43.7	31.4	5.3	30.5
ерш	66.8	15.8	22.5	6.7	27.0	12.9
плотва	19.1	6.0	13.0	13.8	2.3	3.4
лещ	1.3	0.4	0.9	0.4	1.3	3.7
корюшка	0.6	12.9	15.2	6.7	0.3	–
тюлька	–	–	–	–	60.9	37.2
другие виды	2.2 (5) ****	13.8 (5)	4.7 (8)	41.0 (3) *****	2.9 (2)	12.3 (5)
n	1192		1376	53	105	349

**Примечания для таблиц 1–5:** \* – Задульская, 1960; \*\* – Романова, 1956; \*\*\* – Степанов, Кияшко, 2008; \*\*\*\* – в скобках указано число других видов; \*\*\*\*\* 3 вида: молодь судака – 33.5%, уклейка – 6.7%; молодь щуки – 0.6%.

В спектр питания судака входят 17 видов рыб. В первые годы после образования водохранилища в пище хищников доминировали ерш (1949–1950 гг.) или окунь (1952–1953 гг.). Второстепенное значение в те годы для судака имели плотва и корюшка (табл. 1). После 1953 г., на протяжении 10 лет основным кормовым объектом этого ихтиофага становится молодь окуня (43.7% рациона). В меньшей степени он

потреблял ерша (22.5%), а также корюшку (15.2%) и плотву (13%).

В 21 веке ведущим пищевым объектом судака стала каспийская тюлька, доминировавшая по численности в пелагиали водоема (Герасимов и др., 2009). В 2000–2003 гг. на ее долю приходилось до 61% от общего числа съеденных хищником кормовых организмов (Степанов, Кияшко, 2008). Она стала новым видом-жертвой, которая быстро вытеснила из состава пищи этого хищника рыб-аборигенов. На скоплениях тюльки судак откармливался как в пелагиали, так и в литоральной зоне. Значение южного вселенца в пище хищников в 2005–2012 гг. уменьшилось до 37.2%, в рационе вновь появились представители местной ихтиофауны: окунь (30.5%) и ерш (12.9%).

**Щука** (*Esox lucius* L.) – хищник-засадчик, подстерегающий добычу. До образования Рыбинского водохранилища щука встречалась во всех водоемах зоны затопления (Кулемин, 1944). В первые годы существования водохранилища этот вид достиг высокой численности за счет появления многочисленных поколений (Васнецов, 1950). На протяжении всех лет существования водоема щука является объектом промысла и спортивного рыболовства (Герасимов, Новиков, 2001; Яковлев и др., 2001).

**Таблица 2.**

Состав пищи щуки *Esox lucius* (L.) Рыбинского водохранилища (% от общего количества заглотченных рыб)

Вид пищи	XX век				XXI век	
	1949– 1950 гг. *	1952– 1953 гг. **	1953– 1963 гг.	1976– 1977 гг.	2000– 2003 гг. ***	2005– 2012 гг.
окунь	17.2	26.7	31.6	2.8	10.0	15.3
ерш	7.7	11.8	12.4	2.1	3.2	4.6
плотва	46.5	9.2	40.3	79.8	50.0	37.5
лещ	6.0	1.5	2.4	2.6	1.5	16.8
корюшка	10.9	41.5	3.4	1.8	–	–
тюлька	–	–	–	–	33.8	10.7
другие виды	11.7 (8)****	9.3 (7)	9.9 (11)	10.9 (5)	1.5 (1)	15.1 (5)
n	1625	35	2288	146	75	91

Спектр питания щуки включает 18 видов рыб. В первые годы после залития водохранилища (по данным Задульской, 1960; Романовой, 1956) в составе пищи ихтиофага постоянно присутствовали плотва, окунь, ерш и корюшка (табл.2). После окончания формирования ихтиофауны водоема ведущим кормовым объектом питания хищника стала плотва. В течение 10 лет наблюдений (1953–1963 гг.) она составляла в среднем 40% рациона

щуки (с вариациями в отдельные годы от 20 до 53.5%). В 80-е годы 20 столетия (1976–1977 гг.) при низкой численности ежегодного пополнения молоди окуня значение плотвы возросло до максимальных величин – 80%. Оставалась она основной пищей этого ихтиофага и в начале 21 века, во время массовой вспышки тюльки в водоеме в 2000–2003 гг. (табл. 2). Появление южного вселенца и быстрое увеличение его численности на рубеже 20 и 21 веков только на короткий период сказалось на видовом составе пищи щуки. По данным Степанова и Кияшко (2008) частота встречаемости тюльки в желудках этого хищника в 2002–2003 гг. варьировала от 3.1 до 77.8%, а количество заглоченных особей от 23.5 до 78.5%, что объяснялось резкими различиями (в десятки раз) в урожайности поколений этого вида в смежные годы. Наши наблюдения в последующий период показали, что в результате сокращения численности, которое произошло после 2003 г., тюлька реже встречалась в желудках хищников. Основным объектом питания для щуки в 2005–2012 гг. опять стала плотва.

**Налим** (*Lota lota* L.) – единственный представитель отряда Gadiformes, обитающий в пресной воде. В России этот вид распространен повсеместно в водоемах арктической и умеренной зон (Атлас..., 2002).

**Таблица 3.**

Состав пищи налима *Lota lota* L. Рыбинского водохранилища (% от общего количества заглоченных рыб)

Вид пищи	XX век				XXI век	
	1949– 1950 гг. *	1952– 1953 гг. **	1953– 1963 гг.	1976– 1977 гг.	2000– 2003 гг. ***	2005– 2012 гг.
окунь	44.9	45.1	44.1	4.4	–	34.3
ерш	25.1	45.1	45.6	12.1	61.5	42.1
плотва	23.0	1.9	4.2	63.2	–	5.5
лещ	2.4	0.4	2.0	1.6	–	1.6
корюшка	3.4	4.2	2.4	11.0	–	–
тюлька	–	–	–	–	33.9	13.1
другие виды	1.2 (3)****	3.3 (2)	1.7 (6)	7.7 (4)	4.6 (1)	3.4 (7)
n	424		564	34	93	119

До заполнения Рыбинского водохранилища налим обитал на каменисто-галечных участках русел и поймы рек. Численность его популяций была низкой (Сергеев, 1959). С 1953–1954 гг. налим стал проникать в озерную часть нового водоема, а к 1960–1964 гг. достиг высокой численности и стал активно использоваться промыслом, составляя до 17.1% от общего вылова рыбы (Поддубный, 1971). И до настоящего времени этот вид остается постоянным компонентом всех

промысловых уловов в зимний период (Яковлев и др., 2001).

Налим – хищник, ведущий донный образ жизни, подстерегающий добычу (Иванова, 1966). В желудках налима встречаются организмы, относящиеся к различным группам животных: рыбам, личинкам насекомых, моллюскам и др. (Атлас..., 2002). В Рыбинском водохранилище половозрелый налим питается почти исключительно рыбой (табл. 3). В спектре его питания отмечено 18 видов рыб. В первые годы после образования водохранилища (1949–1950 гг.) налим питался преимущественно окунем (44.9%), а также ершом (25.1%) и плотвой (23.0%). Другие виды рыб встречались в его пище единично (табл. 3). С 1952 по 1963 годы основу рациона налима составляли окунь и ерш (по 45% каждый). В 1976–1977 гг., когда численность сеголеток окуня была очень низкой, хищник в большем количестве, чем обычно, потреблял плотву – 63.2%. Корюшка встречалась в желудках ихтиофага в XX столетии лишь изредка. В начале 21 века основу рациона налима составляли ерш (61.5%) и тюлька (33.9%). В 2005–2012 гг., с уменьшением численности тюльки в водоеме ее доля в питании налима сократилась до 13.1%, доминирующими видами вновь стали окунь и ерш.

**Окунь** (*Perca fluviatilis* L.) – хищник-засадчик, с дном не связанный, подстерегающий и преследующий добычу (Фортулатова, Попова, 1973). В Рыбинском водохранилище окунь относится к факультативным хищникам (Иванова, 1966). В спектре его питания встречается рыба (82.4%), беспозвоночные (17.1%), лягушка (0.5%). В желудках окуня было обнаружено до 16 видов рыб (табл. 4).

**Таблица 4.**

Состав пищи окуня *Perca fluviatilis* L. Рыбинского водохранилища (по % от общего количества заглоченных рыб)

Вид пищи	XX век		XXI век
	1953–1963 гг.	1976–1977 гг.	2000–2003 гг.***
окунь	47.8	–	13.1
ерш	27.3	2.9	–
плотва	11.7	6.5	25.4
лещ	2.2	–	–
корюшка	6.5	81.8	–
тюлька	–	–	51.5
другие виды	4.5 (7)****	8.8 (5)	10.0 (2)
ручейники	–	+	–
хирономиды	+	–	–
личинки стрекоз	+	–	–
дрейсена	+	–	–
планктон	+	–	–
n	2844	159	116



В 60–70-х годах прошлого столетия основное значение в пище половозрелого окуня имела собственная молодь (47.8%). Крупные хищничающие особи питались ею в течение всего года на различных биотопах водоема. К излюбленным кормовым объектам взрослого окуня можно также отнести и ерша (27.3%). В меньшем количестве в желудках этого хищника встречались плотва и корюшка (табл. 4). В 1976–1977 гг., когда численность молоди окуневых рыб была очень низкой, взрослые особи интенсивно откармливались на скоплениях корюшки (до 82% рациона). В 2000–2003 гг. доминирующее положение в спектре питания окуня заняла тюлька – 51.5% (Степанов, Кияшко, 2008).

**Берш** (*Sander volgensis*) обитает в пресных водах бассейнов Каспийского, Черного и Азовского морей (Атлас..., 2002). В пределах России обычен в реках – Дон, Днепр, Волга, Урал. В бассейне реки Волга берш встречается от низовьев до озера Белое. В Рыбинском водохранилище, которое находится близко к северной границе его ареала, в первые 50 лет его существования берш встречался в уловах единично (Васильев, 1950; Иванова и др., 2013). В 21 столетии наметилась тенденция к увеличению его численности в уловах (Герасимов, Новиков, 2001; Степанов, Кияшко, 2008). Этому способствовали существенные изменения в гидрологическом режиме водоема за последние два десятилетия: площадь песка в грунтовых комплексах увеличилась от 0.9 до 46–56% (Законнов, 2001) и температура воды за май–октябрь возросла на 1 °С по сравнению со средней многолетней (Литвинов, Рошупко, 2010).

В спектре питания берша всего 6 видов рыб (табл. 5). Во второй половине 20 века основным кормовым объектом этого ихтиофага был окунь, на долю которого приходилось от 35.8 до 90% рациона. Ерш встречался в его желудке в количестве: от 5–11.8 до 53.4% (максимальное значение было зарегистрировано в 1972 г.)

**Таблица 5.**

Состав пищи берша (*Sander volgensis*) Рыбинского водохранилища (% от общего количества заглоченных рыб)

Вид пищи	годы						
	1965–1967	1972	1976–1977	2000–2003***	2005	2006	2008
окунь	90.0	35.8	82.5	54.7	82.2	73.0	81.0
ерш	5.0	53.4	11.8	19.3	4.1	18.0	17.2
корюшка	–	2.8	–	–	–	–	–
тюлька	–	–	–	20.5	9.6	–	1.8
судак	5.0	8.0	5.7	5.5	4.1	–	–
уклейка	–	–	–	–	–	9.0	–
n	5	15	4	10	78	69	22

В пище хищника изредка присутствовали также корюшка и судак. На рубеже 20 и 21 веков в составе пищи берша появилась тюлька. В 2000–2003 гг. она составила 20.5% от общего количества съеденных рыб (Степанов, Кияшко, 2008). Однако ведущее место в питании ихтиофага и в эти годы, по-прежнему, занимала молодь окуня (54.7%), и в меньшей степени ерш (19.3%). В последующие годы наблюдений (2005–2008 гг.) тюлька стала постепенно исчезать из спектра его питания, доминирующим кормовым объектом по-прежнему оставался окунь: от 73 до 82%.

### **Заключение**

За исследованный период (1949–2012 гг.) в составе пищи хищных рыб Рыбинского водохранилища встречалось от 6 (берш) до 18 (щука и налим) видов рыб. Основными кормовыми объектами судака, окуня, налима, берша и щуки были 3 вида рыб-аборигенов: окунь, ерш и плотва и 1 вид-вселенец – черноморско-каспийская тюлька.

Значительным разнообразием пищевые ассортименты всех хищников характеризовались в начале формирования ихтиофауны. В 1949–1953 гг. относительная доля рыб-аборигенов (окуня, плотвы, ерша) в пище ихтиофагов менялась ежегодно. Относительно стабильным был спектр питания ихтиофагов в 60–80 годы 20 столетия. Установлено, что состав пищи хищников в изменяющихся условиях нагула зависел не только от обилия жертв, но и от особенностей их распределения. Наиболее четко влияние характера распределения кормовых объектов проявилось во второй половине 20 века, когда при доминировании корюшки в уловах пелагического трала (Пермитин, Половков, 1978), судак и взрослый окунь предпочитали откармливаться на скоплениях молоди окуня. В питании хищников придонного комплекса (налима, берша) и хищника-засадчика (щуки) сеголетки окуня тоже играли значительную роль.

В первом десятилетии 21 века, когда в водоеме появилась тюлька и достигла высокой численности, спектры питания хищных рыб претерпели существенные изменения. В пище пелагических хищников на долю тюльки приходилось до 60% (судак) и 50% (окунь) от общего числа съеденных рыб. В последние годы, при сокращении численности этого вида в водохранилище, наблюдается уменьшение значения тюльки в питании всех ихтиофагов и возрастание роли местных видов рыб.

Оценить столь разнообразные условия откорма хищников за период исследования позволили данные по характеру роста судака – одного из многочисленных и ценных видов рыб в Рыбинском водохранилище (Герасимов и др., 2013). Авторы установили, что темп его роста был самым высоким в 1960–1980 гг., т.е. в годы наибольшей стабилизации в

отношениях хищник-жертва и высокой численности кормовых организмов (в том числе молоди окуня).

### Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России* (под редакцией Ю.С.Решетникова). 2002. М.: Наука. Т. 2. 253 с.
- Васильев Л. И.* 1950. Формирование ихтиофауны Рыбинского водохранилища. Сообщение I. Изменение видового состава ихтиофауны Верхней Волги в первые годы после образования водохранилища // Тр. Биол. станции «Борок». Вып. 1. С. 236–275.
- Герасимов Ю.В., Новиков Д.А.* 2001. Ихтиомасса и распределение рыб в Рыбинском водохранилище // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. С. 194–202.
- Герасимов Ю.В., Иванова М.Н., Стрельников А.С.* 2009. Динамика пелагических скоплений рыб и изменения в составе пищи окуневых на разных этапах формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища // Матер. XXVIII Междунар. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Петрозаводск. С. 142–145.
- Герасимов Ю.В., Стрельников А.С., Иванова М.Н.* 2013. Динамика структурных показателей популяции судака Рыбинского водохранилища за период 1954–2010 гг. // Вопр. ихтиологии. Т. 53, № 1. С. 57–68.
- Задульская Е.С.* 1960. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб северной части Рыбинского водохранилища // Тр. Дарвинск. гос. заповедника. Вып. VI. Рыбинское водохранилище. Часть II. Вологда: книжное изд-во. С. 345–405.
- Законов В.В.* 2001. Гидрологический и гидрохимический режим водохранилищ Верхней Волги. Грунты // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. С. 21–25.
- Иванова М.Н.* 1966. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в Рыбинском, Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Автореф. дис.... канд. биол. наук. Москва. 17 с.
- Иванова М.Н., Свирская А.Н., Литвинов А.С.* 2013. О питании берша (*Sander volgensis*) в Рыбинском водохранилище // Вопр. рыболовства. Т. 14, № 1 (53). С. 53–59.
- Кулемин А.А.* 1944. Промысловая ихтиофауна бассейна р. Волга в связи с проблемой рыбохозяйственного освоения Рыбинского водохранилища // Уч. зап. Ярослав. пед. ин-та. Вып. 2. С. 64–100.
- Литвинов А.С., Рошупко В.Ф.* 2010. Многолетние изменения элементов гидрометеорологического режима Рыбинского водохранилища //

- Метеорология и гидрология. № 7. С. 65–75.
- Пермитин И.Е., Половков В.В. 1978. Особенности образования и динамика структуры скоплений пелагических рыб // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ // Л.: Наука. С. 78–105.
- Поддубный А.Г. 1971. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л.: Наука. 312 с.
- Попова О.А. 1979. Питание и пищевые взаимоотношения судака, окуня и ерша в водоемах разных широт // Изменчивость рыб пресноводных экосистем. М.: Наука. С. 93–112.
- Романова Г.П. 1956. Питание судака Рыбинского водохранилища // Тр. Биол. станции «Борок». Вып. 2. М.: Изд-во АН СССР. С. 307–326.
- Сергеев Р.С. 1959. Материалы по биологии налима Рыбинского водохранилища // Тр. Ин-та биол. водохранилищ АН СССР. Вып. 1 (4). С. 235–258.
- Слынько Ю.В., Кияшко В.И., Яковлев В.Н. 2001. Рыбы–вселенцы в бассейне Верхней Волги // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. С. 84–86.
- Степанов М.В., Кияшко В.И. 2008. Роль тюльки (*Clupionella cultriventris* (Nordman)) в питании хищных рыб Рыбинского водохранилища // Биология внутр. вод. № 4. С. 86–89.
- Фортулатова К.Р., Попова О.А. 1973. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги // М.: Наука. 298 с.
- Яковлев В.Н., Слынько Ю.В., Кияшко В.И. 2001. Аннотированный каталог круглоротых и рыб водоемов бассейна Верхней Волги // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. С. 53–69.
- 
-

# ОЗЕРНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАРЕЛИИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

**Н.В. Ильмаст, О.П. Стерлигова**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного центр Российской академии наук, Петрозаводск, Россия, ilmast@karelia.ru*

В настоящее время пресноводные экосистемы Карелии испытывают интенсивное техногенное воздействие и активное влияние от товарного выращивания радужной форели.

Значительному техногенному загрязнению подвержено озеро Костомукшское (30°50'с.ш. и 64°40'в.д., водосбор реки Кемь). Строительство плотины на водоеме привело к изменению его гидрологических показателей. Площадь озера увеличилась с 5.2 км<sup>2</sup> (1978 г.) до 34.2 км<sup>2</sup> (1991 г.), объем воды с 0.017 км<sup>3</sup> до 0.430 км<sup>3</sup>. Площадь водосбора озера уменьшилась со 142.0 км<sup>2</sup> до 68.4 км<sup>2</sup>. В настоящее время озеро преобразовано в технологический водоем Костомукшского горно-обогатительного комбината (хвостохранилище). Химический состав поступающей 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 она превысила 600 мг/л. Большие концентрации щелочных металлов, а также гидрокарбонатов в воде определили сдвиг pH в щелочную область (табл. 1). 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).

**Таблица 1.**

Гидрохимические показатели воды Костомукшского водохранилища

Годы	Ca <sup>2+</sup> , мг/л	Mg <sup>2+</sup> , мг/л	K <sup>+</sup> , мг/л	Na <sup>+</sup> , мг/л	HCO <sub>3</sub> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl <sup>-</sup> , мг/л	Σион ов, мг/л	pH
1978	2.8	1.3	0.8	1.6	10.8	6.3	1.5	25	6.5
1991	17.7	8.6	117	5.5	117.0	68.4	5.0	400	8.2
2009	39.4	17.6	157.4	17.7	122.0	284.8	7.1	646	7.5
2013	38.5	18.1	150.0	17.0	110.0	270.0	7.0	620	7.7

Анализ гидробиологических показателей показал, что фитопланктон

хвостохранилища беден в видовом и количественном отношении, и представлен всего несколькими видами диатомовых водорослей. Общая численность фитопланктона составила 50 тыс. кл./л, биомасса – 0.05 г/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон также беден в качественном отношении с преобладанием обычных северных эвритопных видов. В составе планктонной фауны отмечено 16 видов ракообразных и коловраток. Из них Cladocera – 10 видов, Copepoda (Cyclopoida) – 3 и Rotatoria – 3. Из общего числа видов 5 были отмечены только в качественных пробах большого объема, что указывает на их редкую встречаемость. Биомасса планктона составляла 0.43 г/м<sup>3</sup>, численность – 1.26 тыс. экз./м<sup>3</sup> (Кучко, и др., 2012). По этим показателям зоопланктона оз. Костомукшское можно отнести по шкале трофности к ультраолиготрофному типу (Китаев, 2007).

Количественные показатели макрозообентоса хвостохранилища невелики и по биомассе составляют 0.2 г/м<sup>2</sup>, по численности – 255 экз./м<sup>2</sup> (Кучко и др. 2012). По шкале трофности хвостохранилище соответствует α-олиготрофным водоемам.

Рыбное население озера Костомукшского до создания водохранилища не исследовалось. Рекогносцировочные работы по его изучению проводились в 1994 и 2007 гг. (Такшеев, 2007). Исследования 2009–2013 гг. показали, что ихтиофауна водоема бедна в видовом отношении и представлена пятью видами: плотва *Rutilus rutilus*, щука *Esox lucius*, сиг *Coregonus lavaretus*, уклея *Alburnus alburnus* и налим *Lota lota*. К мирным рыбам относятся уклея (плантофаг), сиг (смешанный тип питания – планктон, бентос), плотва (детритофаг), хищными являются – щука и налим. Наиболее массовый вид в водоеме – плотва отличается низким темпом роста и плодовитостью, что может быть связано с ограниченностью кормовых ресурсов. Примечательно, что в водоеме отсутствуют окуневые виды (окунь *Perca fluviatilis*, ерш *Gymnocephalus cernuus*) – типичные представители нижележащих озер системы реки Кенти. Для сравнения ихтиофауна озер, расположенных близко к хвостохранилищу включает 12–15 видов рыб. Так рыбное население озера Каменного представлено 13 видами (8 семейств).

Таким образом, в результате разработки месторождения и строительства Костомукшского горно-обогатительного комбината возник водоем, резко отличающийся по многим своим характеристикам от типичных водоемов Карелии. 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. Следует отметить, что видимых морфологических изменений и нарушений наружных и внутренних органов у рыб в условиях интенсивного техногенного воздействия не выявлено. Вместе с тем, факт выживания и размножения популяций рыб в техногенном водоеме, свидетельствует об их высоком адаптивном потенциале в неблагоприятных условиях обитания.

Значительное влияние на состояние гидробионтов могут оказывать и большое количество строящихся в Карелии форелевых ферм. Проблемы расширенного воспроизводства биоресурсов, особенно имеющих материально – экономическое значение, должны решаться путем разработок новых эффективных биотехнологий получения полезной продукции животного происхождения при условии сохранения природных популяций и экосистем (Павлов, Стриганова, 2005).

Перспективным направлением рыбного хозяйства в Карелии является садковое рыбоводство, основной целью которого является обеспечение населения рыбной продукцией, при этом сохраняя растущие потребности в чистой воде. Основы садкового рыбоводства, главным образом выращивание радужной форели в пресноводных водоемах были заложены в республике в 1980-х годах. Объемы ее производства (по данным Общества форелеводов РК) в 1973 -1982 гг. составили 1 т – 18 т, в 1983–1992 гг. – 19 т – 230 т, в 1993–2002 гг. – 525 т – 2140 т (рис. 1). Начиная с 2003 года (2800 т) производство форели идет нарастающими темпами и в 2013 г выращено 22500 т. В России республика Карелия является лидером по выращиванию радужной форели (до 70%).

**Таблица 2.**

Выращивание товарной форели в Карелии в садках (данные Общества форелеводов РК)

Год	Тонн	Год	Тонн	Год	Тонн
1973	1.0	1987	39.4	2001	1900
1974	3.0	1988	51.0	2002	2140
1975	4.1	1989	70.0	2003	2800
1976	4.1	1990	156.0	2004	4400
1977	2.6	1991	207.0	2005	5000
1978	3.2	1992	229.0	2006	6500
1979	5.1	1993	525.0	2007	9000
1980	6.0	1994	630.0	2008	10000
1981	9.0	1995	747.0	2009	10900
1982	18.1	1996	960.0	2010	11500
1983	19.1	1997	1082	2011	12400
1984	19.8	1998	969	2012	13200
1985	25.4	1999	1300	2013	22500
1986	25.3	2000	1160		

Успешному развитию этого направления способствуют благоприятные климатические условия региона, наличие транспортных сетей и квалифицированные кадры (Рыжков, 2008). Развитие форелеводства обеспечивается благодаря помощи, оказываемой предпринимателям в рамках приоритетного национального проекта «Развитие Агропромышленного комплекса», в который по инициативе Правительства Республики Карелия с 2007 г. включено товарное рыбоводство.

При таких темпах развития форелеводства, вся система наблюдений должна быть направлена на охрану окружающей среды и определению предельных объемов выращивания форели в водоемах республики. 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, продукты метаболизма и как показали результаты гидрохимических анализов последних лет, лимитирующими факторами служат азот и фосфор. В настоящее время разработано несколько методов определения поступления биогенов от выращивания молоди и товарной форели в озерах Карелии (Китаев и др., 2006; Горбачев, 2010; Vollenweider, 1968; Perssoms, 1988; Wallin, Hakanson, 1991).

С учетом такого темпа роста производства форели в озерах Карелии, можно предположить, что при увеличении объемов производства до 20000 т в 2015 году, в водоемы поступит 160 т фосфора, 1400 т азота и 6400 т органического углерода. Если в 2020 году объемы производства вырастут до 50000 т, то в водоемы соответственно может поступить 400 т фосфора, 350 т азота и 16000 т органического вещества, что приведет к изменению трофического статуса водоемов.

Анализ литературных (Абакумов, 1977; Китаев, 2007; Хендерсон-Селлерс, Марклэнд, 1990; Оуэнс, 1977) фондовых и наших материалов показал, что по гидрологическим и гидрохимическим данным из 60 тысяч озер Карелии только около 100, могут быть использованы для выращивания форели. В перспективе объемы производства форели в пресноводных водоемах Карелии могут быть доведены до 25–30 тыс. тонн и не более. Увеличение объемов производства форели приведет к необратимым процессам в пресноводных водных экосистемах. Во многих странах, где хорошо развито производство форели и других лососевых рыб, уже в конце XX века до 80% биогенов поступало в море, в Карелии биогены поступают во внутренние водоемы. Считаем необходимым проведение экологической экспертизы на всех водоемах с садковым произ-



водством радужной форели, и корректировка объемов ее выращивания, как минимум один раз в три года (Китаев и др., 2006; Рыжков, 2008; Стерлигова и др., 2011; Ильмаст, 2012). Это должно быть обязательным условием при эксплуатации ферм и отражено в биологическом обосновании при строительстве новых форелевых комплексов.

Также мы предлагаем водоемы Карелии с обитанием лосося, палии и сига ограничить в использовании для выращивания радужной форели, а сделать так, чтобы эти рыбы стали объектом искусственного разведения. Собранную икру этих видов необходимо инкубировать на рыбоводных заводах, и молодь выпускать снова в материнские водоемы. Таким образом, можно поддерживать озера в их естественном состоянии.

Работа выполнена при финансовой поддержке программ ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Минобрнауки РФ (НШ-1410.2014.4; Соглашение 8101), гранта РФФИ № 12–04-00022а.

### Список литературы

- Абакумов В.А.* Контроль качества вод по гидрологическим показателям в системе гидробиологической службе СССР // Научные основы в системе контроля качества поверхностных вод. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 93–99.
- Горбачев С.А.* Методология и практика оценки ущерба водным биоресурсам от хозяйственной деятельности. Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. 383 с.
- Ильмаст Н.В.* Рыбное население пресноводных экосистем Карелии в условиях их хозяйственного освоения. Автореф. дис.... док. биол. наук. 2012. 44 с.
- Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. 2007. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395с.
- Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П.* Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск. КарНЦ РАН, 2006. 40с.
- Кучко Я.А., Павловский С.А., Ильмаст Н.В.* Гидробиологические условия водоемов // Биота северных озер в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. С. 41–47.
- 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. и др.* Поверхностные воды

- Калевальского района и территории Костомукши в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 165 с.
- Оуэнс М. Биогенные элементы, их источники и роль в водных экосистемах // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 54–64.
- Павлов Д.С., Стриганова Б.Р. Биологические ресурсы России и основные направления фундаментальных исследований // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: Тов. научных изд. КМК, 2005. С. 4–20.
- Пальшин Н.И., Сало Ю.А., Кухарев В.И. Влияние Костомукшского ГОКа на экосистему р. Кенти. Гидрологические и гидрохимические аспекты // Использование и охрана водных ресурсов бассейна Белого моря (в границах Карелии). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1994. С. 140–161.
- Рыжков Л.П. Садковая аквакультура – программа действий // Мат-лы науч. конф. «Садковое рыбоводство. Технология выращивания. Кормление рыб и сохранение их здоровья». Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. С. 3–6.
- Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188 с.
- Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Кутаев С.П. Оценка состояния водных экосистем Карелии при товарном выращивании форели // Мат-лы межд. науч. конф. «Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России». Казань: Татарское отд. ФГНУ «ГосНИОРХ», 2011. С. 125–128.
- Такшеев С.А. Ихтиофауна Костомукшского водохранилища // Ихтиологические исследования на внутренних водоемах: Мат-лы межд. науч. конф. Саранск: Мордов. гос. ун-т, 2007. С. 168–169.
- Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Умирающие озера. (Причины и контроль антропогенного эвтрофирования). Л.: Гидрометеиздат, 1990. 279 с.
- Perssons J. Environmental impact by nutrient emissions from salmonid culture // Ed. Balvay W.J. Eutrophication and lake rectoration. Water quality and biological impacts. Thonon- les- Bains, 1988. P. 215–225.
- Vollenweider R.A. Scientific fundamentale of the eutrophication of lake and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factor in eutrophication // DESD Techn. Rep. Vol. 68. № 27. 1968. P. 1–182.
- Wallin M., Hakanson L. Nutrient loading models for estimating the environmental effects marine fish farm // Marine aquaculture and enviroint. Nord: 22. Norway. 1991. P. 39–56.

## РЫБНОЕ НАСЕЛЕНИЕ ОЗЕР ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.А. Интересова<sup>1,2</sup>, А.Н. Блохин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский филиал ФГУП «Госрыбцентр» – ЗапСибНИИВБАК,  
Новосибирск, Россия, [sibribniiproekt@mail.ru](mailto:sibribniiproekt@mail.ru)

<sup>2</sup>ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск, Россия, [e.interesova@ngs.ru](mailto:e.interesova@ngs.ru)

В 2013 году в ходе работ по инвентаризации малых водоемов Томской области с целью вовлечения их в рыбохозяйственный оборот, для характеристики населения рыб были проведены контрольные обловы 9 пойменных и 3 материковых озер, 8 прудов и 1 заброшенного карьера в пределах зоны южной тайги и смешанных лесов [1]. Контрольные обловы включали определенную по времени экспозицию ставных жаберных сетей (с ячеей 22, 40 и 60 мм и длиной по 30 м каждая), двух раколовок и 1 фитиля (с ячеей 5 мм, диаметром кольца 70 см и диаметром входного отверстия – 12 см) с последующим пересчетом на 1 условный час лова, а также три притонения мальковым неводом (с ячеей 5 мм и длиной 8 м) в биотопически разнотипных участках водоема. Общий объем материала составил 7 115 экз. рыб.

Относительное обилие видов оценено по их доле в улове (по биомассе): < 0.1% – 1 (редкий вид); 0.1 – 1.0% – 2 (малочисленный); 1.1–5.0% – 3 (обычный); 5.1 – 10.0% – 4 (субдоминант); 10.1 – 50.0% – 5 (доминант); >50% – 6 (супердоминант) [2]. Для характеристики структуры рыбного населения обследованных водоемов использован индекс разнообразия Шеннона (H). Расчет ихтиомассы выполнен по уравнению регрессии С.П. Китаева [3] через величину удельного веса карповых в составе контрольных выборок по формуле:  $Y=0.075x + 1.24$ , где Y – ихтиомасса (г/м<sup>2</sup>); x – удельный вес карповых в% от общей массы всех выловленных рыб. Общий вес всех рыб, выловленных всеми снастями на одном водоеме в пересчете на 1 условный час лова, называли учтенной ихтиомассой.

Обследованные озера разнообразны по площади (от 4 до 90 га), имеют небольшие средние глубины (от 1.5 до 6 м). Максимальные глубины в некоторых водоемах достигают 14 м, но в большинстве не превышают 10 м. Часть водоемов в целом мелководны – при средних глубинах 1.5–2 м максимальные глубины составляют 2–3 м. Площадь зарастания макрофитами колеблется от 5 до 40%, pH от 5.9 до 8.8. Грунты преимущественно песчано-илистые (табл. 1). В 48% обследованных водоемов в зимний период развиваются заморные явления, вызванные дефицитом растворенного в воде кислорода.

Таблица 1.

## Общая характеристика водоемов

Название водоема	Тип водоема	Заморность	Площадь, га	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м	Площадь зарастания макрофитами, %	pH	Грунт
Киимерга	по	-	8	2.5	7	20	6.7	Песок, ил
Линевое	по	+	82	2	3	40	7.4	Ил, детрит
Родниковое	по	-	39	5	8	20	8.3	Песок, ил
Султуган	по	-	49	5	8	40	7.2	Песок, ил
Жарковое	по	-	28	3	5	30	7.5	Песок, ил
Боярское	по	-	4	5	8	10	6.6	Песок
Баранчукова	по	-	24	6	8	5	7.2	Ил
Погорбай	по	-	26	3.5	10	30	7.8	Песок, ил
Сосновская	по	-	7	2.5	5	5	7.1	Песок, галька
Боровое	мо	-	8	6	9	30	5.9	Торф
Сенькино	мо	-	11	3	6	30	6.8	Ил, детрит
Речешное	мо	±	90	3	5.5	40	8.8	Ил
Лебединское	к	-	13	3	9	20	8.4	Песок, ил
Баткатский	пр	+	27	2	3.5	10	7.2	Ил, детрит
Верхне-Сеченовский	пр	±	13	2	4.5	10	7.1	Ил, детрит
Лучининский	пр	+	27	2	4	30	7.9	Ил, детрит
Малиновский	пр	+	12	1.5	2	20	6.7	Ил, детрит
Степановский	пр	±	15	3	12	20	7.9	Ил, детрит
Филимоновский	пр	±	11	2.5	14	10	8.1	Суглинок
Казанковский	пр	+	6	1.5	3	20	7.0	Песок, ил
Моисеевский	пр	±	11	3	5	10	7.5	Ил

Примечание: по – пойменное озеро, мо – материковое озеро, к – карьер, пр – пруд; + – заморный водоем, – – незаморный водоем, ± – периодически заморный водоем.

В обследованных водоемах выявлено 9 аборигенных видов рыб: серебряный карась *Carassius auratus*, золотой карась *Carassius carassius*, плотва *Rutilus rutilus*, озерный голец *Phoxinus phoxinus*, елец *Leuciscus leuciscus*, линь *Tinca tinca*, пескарь *Gobio gobio*, окунь *Perca fluviatilis* и щука *Esox lucius*, а также 4 чужродных вида – ротан *Perccottus glenii*, верховка *Leucaspis delineatus*, лещ *Abramis brama* и судак *Sander lucioperca*. Наиболее широко представлены плотва и окунь (рис. 1).

Пескарь, отмеченный в Лучининском пруду, очевидно попал в него из реки Уртамка, на притоке которой образован данный пруд. Присутствие ельца в оз.Килимерга связано с наличием связи последнего с р.Чулым, где елец входит в структуру доминирующего комплекса.

Видовое богатство и разнообразие рыб в обследованных водоемах не велики (табл. 2). Максимальное число отмеченных видов – 5 (в оз. Килимерга – плотва, лещ, елец, окунь, ротан), в ряде водоемов отмечено моновидовое сообщество: в озерах Боровое и Боярское, в Лебединском карьере и Сосновской старице в сборах присутствовал только окунь, в озере Речешное – золотой карась, а в Степановском пруду – ротан. В целом ротан выявлен в 33% водоемов (в 44% прудов и 25% естественных водоемов).

**Таблица 2.**

Общая характеристика рыбного населения

Название водоема	Видовое богатство	Разнообразие (H)	Ихтиомасса (по Китаеву), г/м <sup>2</sup>	Учтенная ихтиомасса, г
Килимерга	5	0.88	8.60	254.3
Линевое	3	0.14	8.72	228.5
Родниковое	3	1.06	4.96	481.4
Султуган	3	1.02	2.40	312.4
Жарковое	2	0.99	9.30	220.3
Боярское	1	0	3.30	7.3
Баранчукова	2	0.91	6.33	46.1
Погорбай	2	0.70	7.33	462.0
Сосновская	1	0	1.24	20.8
Боровое	1	0	1.24	232.9
Сенькино	4	1.36	3.45	229.0
Речешное	1	0	8.74	22.6
Лебединское	1	0	1.24	66.8
Баткатский	3	0.98	6.76	259.2
Верхне-Сеченовский	4	0.85	8.74	975.1
Лучининский	4	1.68	8.74	197.8
Малиновский	2	0.32	8.74	1 827.6
Степановский	1	0	1.24	59.3
Филимоновский	2	0.95	8.74	189.3
Казанковский	2	0.20	8.50	395.2
Моисеевский	2	0.88	5.71	4 728.4

В результате кластерного анализа обследованные водоемы разделились на две группы (рис. 2). В первый кластер вошли озера и пруды, для которых характерен дефицит растворенного в воде кислорода в зимний период, во вторую – водоемы, для которых зимние заморы не характерны. В доминирующий комплекс рыб водоемов первого кластера входят серебряный и золотой караси, озерный гольян, ротан и верховка, для водоемов второго кластера характерны плотва и окунь.

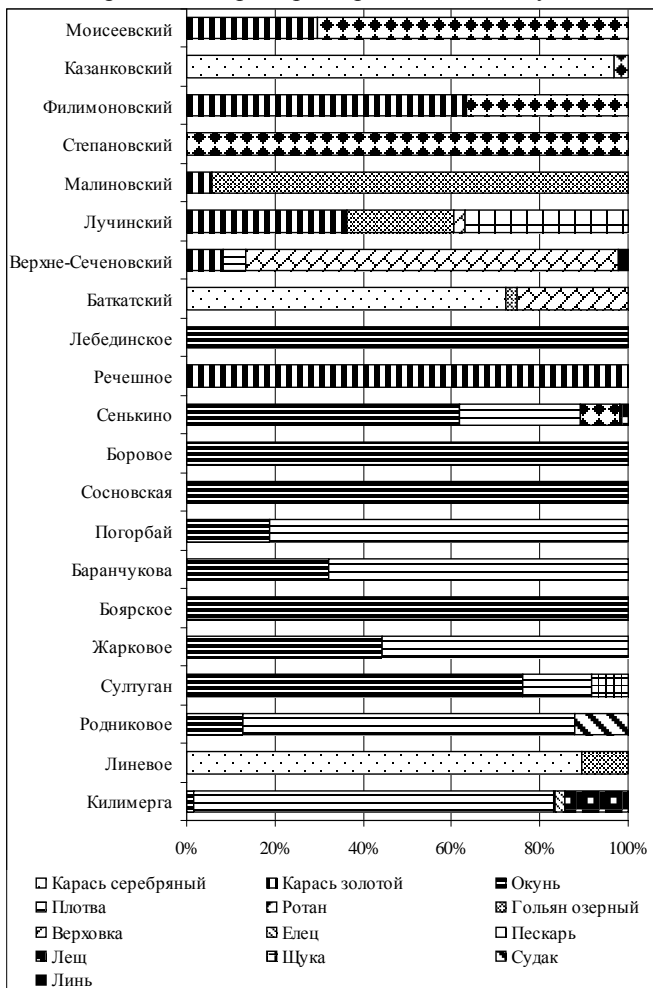
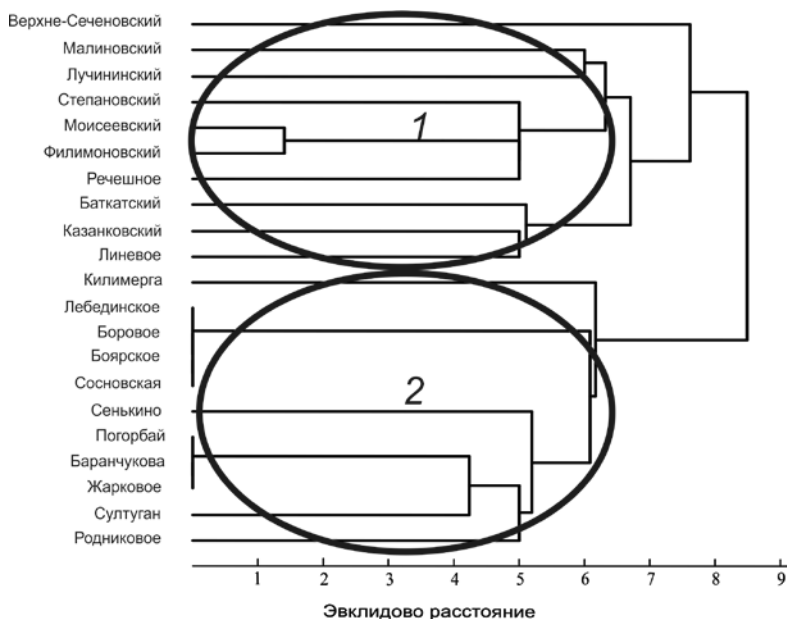


Рис. 1. Структура населения рыб обследованных водоемов.



**Рис. 2.** Дендрограмма сходства структуры уловов рыб. 1, 2 – кластеры

В результате корреляционного анализа выявлена зависимость между ихтиомассой и заморностью ( $r_{xy}=0.61$ ,  $p$  0.01); ихтиомассой и средними глубинами ( $r_{xy}=-0.55$ ,  $p$  0.05), при этом заморность имеет положительную корреляционную связь со средними глубинами ( $r_{xy}=-0.70$ ,  $p$  0.01).

Таким образом, определяющее значение в формировании структуры населения рыб обследованных озер играет фактор заморности.

### Список литературы

- 1 Физико-географический атлас мира. Москва: Изд-во АН СССР, 1964. – 298 с.
- 2 Терещенко В.Г., Надиров С.Н. Формирование структуры рыбного населения предгорного водохранилища // Вопр. ихтиологии. – 1996, Т. 36, № 2. – С. 169–178.
- 3 Кутаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 2007. – 395 с.

# МОБИЛЬНОЕ БИОПЛАТО КАК МЕСТО НАГУЛА МОЛОДИ РЫБ ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ОЗЕРА В Г.КАЗАНЬ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**М.Л. Калайда, М.Ф. Хамитова**

*Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура». Казанский государственный энергетический университет, ул. Красносельская, 51. г. Казань, 420066. Республика Татарстан. Россия. E-mail: kalayda@mi.ru*

## **Аннотация**

Изучены особенности ихтиоценоза мобильного биоплато, функционировавшего в озере Средний Кабан г. Казани. Показано, что мобильное биоплато является концентратором молоди ряда видов, из которых по численности доминирует окунь. В сравнительном аспекте показано накопление тяжелых металлов разными видами гидробионтов.

## **Введение**

Озеро С.Кабан, расположенное в центральной части г.Казань, находится под значительным антропогенным воздействием, включая воздействие Казанской ТЭЦ-1 и ряда промышленных предприятий. В то же время озеро является рекреационной зоной города и активно используется для международных соревнований по гребным видам спорта. В связи с этим, решалась задача выполнения нормативов качества вод.

Из всех видов доочистки вод наиболее простым, мобильным и экономичным способом, одновременно обеспечивающим возможности сочетания декоративных задач с улучшением качества вод, является биогидробиотический способ – организация биоплато с включением в процесс очистки высшей водной растительности [1–5]. В связи с этим, на озере С.Кабан с начала мая по конец августа 2013 г. функционировало экспериментальное мобильное биоплато, установленное на территории гребного канала, состоящее из 14 секций с площадью поверхности по 1м<sup>2</sup>. Как показала экспериментальная эксплуатация мобильного биоплато время его эффективной работы в условиях озера С.Кабан – 4–5 месяцев. Высокая экологическая эффективность биоплато обусловлена тем, что в процессе очистки участвовали водные растения (Табл. 1), организмы – фильтраторы – моллюски дрейссена и клубчатые мшанки [6, 7]. Одновременно мобильное биоплато выполняло функцию концентратора молоди ряда видов рыб. Моллюски дрейссена накапливают тяжелые металлы по сравнению с другими гидробионтами в этих же условиях в меньших количествах (Табл. 2). Значительно отличались по накоплению микроэлементов брюхоногие и двустворчатые моллюски (Табл. 2) [6, 8].



**Таблица 1.**

Количество тяжелых металлов, выведенных за вегетационный сезон 2013 г. водными растениями в мобильном биооплато (14 секций) из воды озера С. Кабан

Показатели	Элементы							
	Fe	Cu	Mn	Ni	Zn	Mg	Sr	Pb
мг/кг сухой массы	3870.5	192	3919.2	34.9	79.1	1778	335	20
Мобильное биооплато, г	75.86	3.76	76.81	0.68	1.56	34.85	6.57	0.39

**Таблица 2.**

Содержание тяжелых металлов в гидробионтах в мобильном биооплато и других гидробионтах в озере С. Кабан

Гидробионты	ТМ, мг/кг сухой массы							
	Fe	Zn	Cu	Mn	Ni	Cr	Pb	Sr
Роголистник темнозеленый	4313.6	1075.4	235	5502.7	37.6	-	19.0	693.4
Рдест	2989.4	56.3	71.0	2683.2	-	-	12.3	970.8
Мшанка клубчатая	15697.2	954.5	352.2	28024.0	62.3	24.9	60.5	-
Личинки хирономид по [8]	2653	-	82.3	523	-	-	-	-
Дрейссена	404.3	-	70.8	188.4	-	147.3	-	-
Брюхоногие моллюски по [8]	160	-	-	100	-	-		
Молодь карповых рыб по [8]	60	8	4	20	-	-		
Уклея обыкновенная	279.2	558.4	162.4	44.2	-	-	-	564.4
Окунь речной	291.4	242.6	261.4	322.5	-	-	-	307.6

При эксплуатации мобильного биооплато в качестве биологической загрузки использовались высшие водные растения, которые оказались удобным субстратом для концентрации уклейки – мелкой сорной рыбы и молоди окуня (Рис. 1, 2). Размер ячеек стенок секций мобильного биооплато (8х8 мм) не позволил подросшей молоди выходить из секции, а хорошая кормовая база привела к высоким биологическим ростовым показателям.

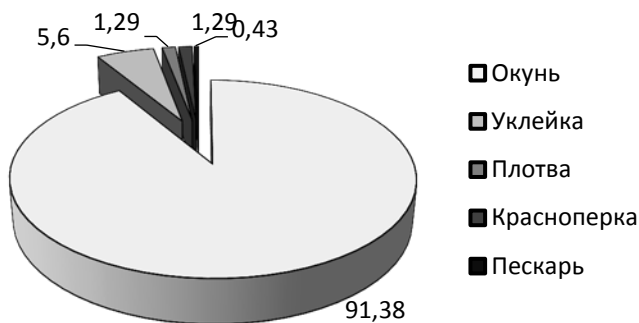
### Экспериментальная часть

Материалом для данной работы послужили пробы рыб, отобранные из секций мобильного биооплато в августе 2013 г. Окунь (*Perca fluviatilis* L.)

и уклейка (*Alburnus alburnus* L.) исследовались рентгенофлуоресцентным методом анализа на содержание тяжелых металлов. Подготовка материала проводилась по ГОСТ 26929–94 [9].

В озере С.Кабан в составе ихтиоценоза мобильного биоплато встречались широко распространенные и многочисленные виды, обитающие как в реках, так и в озерах уклейка (уклея) обыкновенная, речной окунь, кроме которых были обнаружены в единичных количествах пескарь обыкновенный (*Gobio gobio* L.), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* L.) и плотва (*Rutilus rutilus* L.) (Рис. 1). Все эти виды предпочли в качестве местообитания биоплато в связи с их особенностями биологии и экологии.

Во всех секциях биоплато доминировал окунь (Рис. 1, 2). Он отличается высокой пластичностью, предпочитая использовать заросли водной растительности для укрытия и нападения.



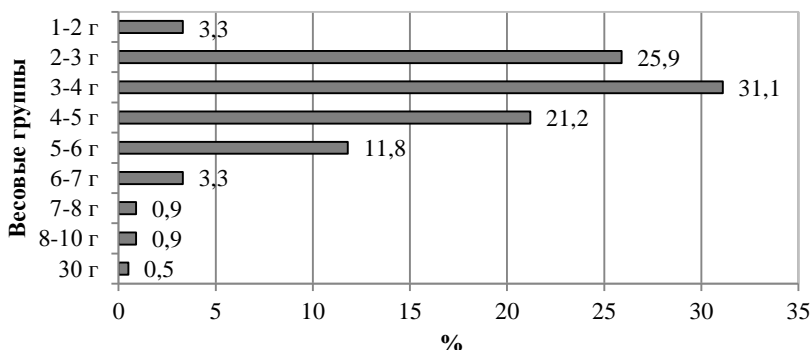
**Рис. 1.** Среднее соотношение (%) по количеству) рыб разных видов в одной секции мобильного биоплато в озере С. Кабан в 2013 году.



**Рис. 2.** Окунь из секций мобильного биоплато в конце вегетационного сезона 2013 года.

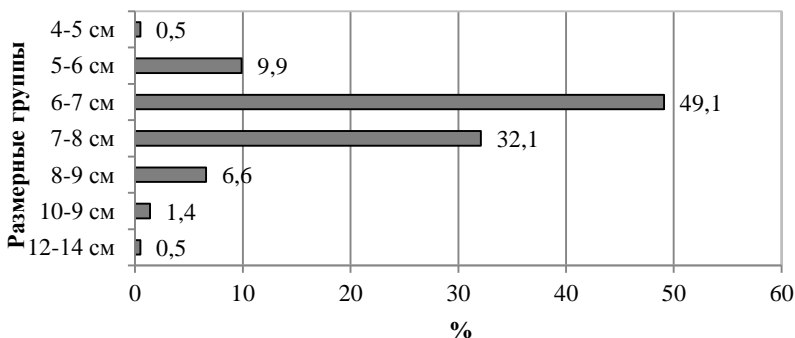
Молодь окуня питается зоопланктоном, но уже на первом году жизни может начинать хищничать. Это приводит к значительным различиям в

размерно-весовых характеристиках особей (Рис. 3, 4). Коэффициент упитанности окуней этой размерной группы варьировал от 1.7 до 2.0, а у окуней меньшей размерной группы – от 1.0 до 1.6.



**Рис. 3.** Соотношение (%) весовых групп окуня по количеству в 14 секциях мобильного биоплато в озере С.Кабан в 2013 году.

По оценкам ОДУ (по данным Татарстанского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ») в 2015 г. в Куйбышевском водохранилище предполагается выловить для различных нужд пользователей 337 т окуня.



**Рис. 4.** Соотношение (%) размерных групп окуня по количеству в 14 секциях мобильного биоплато в озере С. Кабан в 2013 году.

Уклея также как окунь имела 100% встречаемость в секциях мобильного биоплато. Она составляла в среднем 5.6% численности рыб в каждой секции (Рис. 1) и имела среднюю массу 7.10 г (Рис. 5).

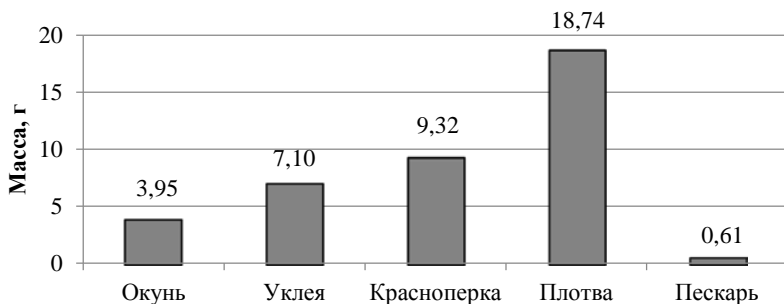


Рис.5. Средняя масса особей разных видов рыб в одной секции мобильного биоплато в озере С.Кабан в 2013 году.

В биоплато были встречены особи от 9.0 до 12.0 см при массе от 4.33 до 11.99 г. По данным Татарстанского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» с 2010 по 2013 годы вылов уклей в Куйбышевском водохранилище составил соответственно 94.2; 97.7; 93.4; 69.0 т. В 2015г. в Куйбышевском водохранилище предполагается выловить для различных нужд пользователей 451 т уклей.

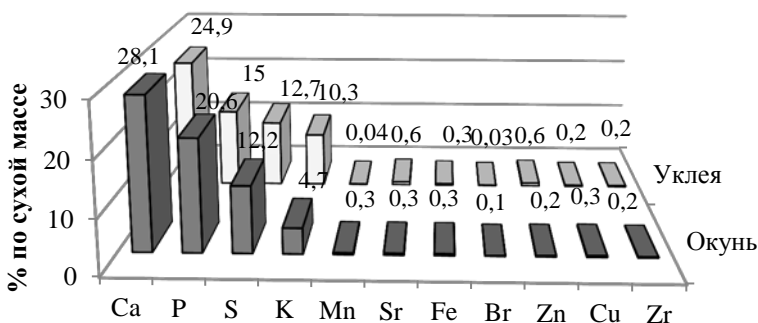
Красноперка – повсеместный обитатель биотопов озерного типа. В биоплато встречались особи 9.5–10.0 см с массой тела от 8.27 до 10.85 г (Рис. 5). Для красноперки характерно обитание среди зарослей водной растительности, где она питается воздушными насекомыми, водными личинками насекомых и водной растительностью. В перечень вылавливаемых видов в Куйбышевском водохранилище красноперка не входит.

Плотва в биоплато встречалась от 11.9 до 12.8 см с массой тела от 15.60 до 24.08 г (Рис. 5). Все встреченные особи плотвы имели двухлетний возраст и, вероятно, зашли в секции биоплато годовиками на нагул. Для молоди плотвы характерно обитание в прибрежных мелководьях, а питается молодь фито- и зоопланктоном, переходя на водную растительность, и затем на питание моллюском дрейссеной. В Куйбышевском водохранилище предполагается в 2015 г. выловить для различных нужд пользователей 920 т плотвы.

Пескарь обыкновенный, составивший 0.43% от общей численности рыб в биоплато, предпочитает мелководья с песчаным дном, питается всеми бентосными организмами. В качестве нерестового субстрата использует водную растительность и каменистую поверхность. В биоплато были встречены единичные экземпляры средней длиной 4.1 см и средней массой 0.61 г. Вероятно, растительная загрузка биоплато использовалась пескарём в качестве нерестового субстрата.

Поскольку встреченные особи рыб в биоплато находились у условиях очистного сооружения, выполняющего функцию доочистки вод, представляло интерес исследование химического состава окуня и уклеи, как наиболее многочисленных, из мобильного биоплато.

Результаты исследования химического состава рыб из мобильного биоплато представлены на Рис. 6.



**Рис. 6.** Соотношение (% по сухой массе) химических элементов в рыбах из мобильного биоплато в оз. С. Кабан в г. Казань.

Для рыб из мобильного биоплато отмечено более высокое содержание меди и цинка по сравнению с рыбами из Куйбышевского водохранилища. Это связано с особенностями загрязнения водной экосистемы озера С. Кабан, например, концентрация меди и цинка в личинках хирономид из озера С.Кабан соответственно в 10 и 15,7 раза выше, чем из озера Н. Кабан [8]. Допустимые остаточные количества тяжелых металлов превышены в рыбах из мобильного биоплато по меди в 4,2–6,9 раз, по цинку в 1,6–3,6 раза. Медь накапливается в основном в печени и жабрах рыб, вызывая дегенерацию печени, а цинк особенно отрицательно воздействует на жабры, снижая потребление кислорода и вызывая дыхательные спазмы. Концентрация цинка в организме рыб зависит и от температуры воды в водоеме: наибольшее содержание микроэлемента отмечено при температуре около 25 °С [10]. Для озера С.Кабан характерно тепловое загрязнение, которое может влиять на уровень накопления элемента. Потребность в цинке с увеличением температуры возрастает, в то же время, отмечено [10], что увеличивается выведение цинка из организма, и, в первую очередь, из костной ткани. Рыбы могут регулировать уровень цинка в организме путем изменения интенсивности его всасывания через

кишечник и абсорбции жабрами, депонирования микроэлемента костной, мышечной тканями и кожей, а также за счет выведения его экскреторными органами, среди которых наиболее существенное место занимает пищеварительная система. Было показано отрицательное воздействие на рост рыб в условиях подогретых сбросных вод Киевской ТЭЦ-5 недостатка цинка, участвующего в синтезе белков [10]. Таким образом, высокое содержание цинка в рыбах в мобильном биоплато в условиях теплового загрязнения связано с интенсивным ростом рыб.

### Выводы

Проведенное исследование показало, что в мобильном биоплато в условиях озера С.Кабан происходит концентрация молоди окуня и карповых рыб, среди которых доминирует по численности уклей. В химическом составе рыб, нагуливавшихся в условиях очистного сооружения с растительной загрузкой, отмечены превышения допустимых уровней содержания меди (до 6.9 раза) и цинка (до 3.6 раза).

Анализ аккумуляции тяжелых металлов разными гидробионтами показал, что наиболее эффективно выведение загрязняющих веществ осуществляется при создании биоценоза, включающего как водные растения, так и sessильные виды: моллюсков дрейссена и мшанок.

### Список литературы

1. *Калайда М.Л.* Устройство биоплато на озере Средний Кабан как биологический метод очистки вод. *Экология Татарстана*. 2012. № 4. 26–30.
2. *Калайда, М.Л.* Биоплато как способ доочистки дренажных вод города и сточных вод промышленных предприятий / М.Л. Калайда., Л.К. Говоркова, С.Д. Загустина, М.Ф. Хамитова // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2009. № 7–8. С. 123–129.
3. Свидетельство о регистрации электронного ресурса №19034 ИНИИ-ПИ РАО ОФЭРНиО от 27.03.2013. Компьютерная программа моделирования работы водоочистного сооружения с использованием высшей водной растительности «БИОПЛАТО» / М.Л. Калайда, С.Д. Борисова, М.Ф. Хамитова, А.В. Петров.
4. *Калайда М.Л., Хамитова М.Ф.* Мобильное биоплато на озере Средний Кабан как метод доочистки природных вод – первые результаты экспериментальной эксплуатации / Сб. трудов V Международного Конгресса «Чистая вода. Казань» 26–28 марта 2014 г.: науч. изд.-Казань: типогр. ООО «Куранты», 2014. с. 81–84.
5. *Калайда М.Л., Хамитова М.Ф.* *Dreissena polymorpha* Pal.(Mollusca) в составе гидробиоценоза мобильного биоплато как аккумуляторы за-

- грязняющих веществ. Бутлеровские сообщения. 2014. Т. 37. № 2. с. 122–126.
6. Калайда М.Л., Хамитова М.Ф. Мшанки *Plumatella fungosa* (Bryozoa) в составе гидробиоценоза мобильного биоплато как аккумуляторы загрязняющих веществ. Бутлеровские сообщения. 2014. Т. 37. № 2. с. 127–130.
  7. Калайда М.Л., Урядова Л.Ф., Асхадуллина А.Р. Результаты исследования водных организмов на содержание тяжелых металлов в условиях разной степени антропогенной нагрузки. Бутлеровские сообщения. 2010. Т. 22. № 12. с. 61–66.
  8. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929–94. – Утв. 21.02.95. М., 1994. – 12 с.
  9. Малыжеева Т.Д. Метаболизм цинка у карпа при различных экологических условиях: Дис... канд. биол. наук. Киев, 1982. 24 с.
- 
-

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОБЫКНОВЕННОЙ КИЛЬКИ *CLUPEONELLA CULTRIVENTRIS CASPIA* (SVETOVIDOV, 1941) И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРОМЫСЛОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

С.В. Канатьев, А.А. Асейнова

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

В Каспийском море существует три вида килек: анчоусовидная, большеглазая и обыкновенная. Многочисленность каспийских килек и рациональное использование их запасов в течение 50 лет позволяли успешно вести круглогодичный лов этих рыб, не испытывая затруднений с сырьевой базой. Среднесуточные уловы судов до 2000 года варьировали от 18 до 20 т. Объем годового вылова килек по Каспию находился в среднем на уровне – 250 тыс. т, достигая в отдельные годы (1971 г.) 440 тыс.т.

В результате негативных изменений в экосистеме в 2000–2002 гг., вызванных подводным землетрясением [1] и вспышкой численности азово-черноморского вселенца – гребневика мнемииопсиса, произошли кардинальные изменения в соотношении численности каждого из трех видов килек. Резко сократилась биомасса генерального вида каспийской ихтиофауны – анчоусовидной кильки и второго по численности вида – большеглазой кильки [2]. Негативное влияние мнемииопсиса проявляется, как в выедании зоопланктона и науплеальных стадий зоопланктона, так и в прямом выедании икры и личинок килек, в основном анчоусовидной кильки [3].

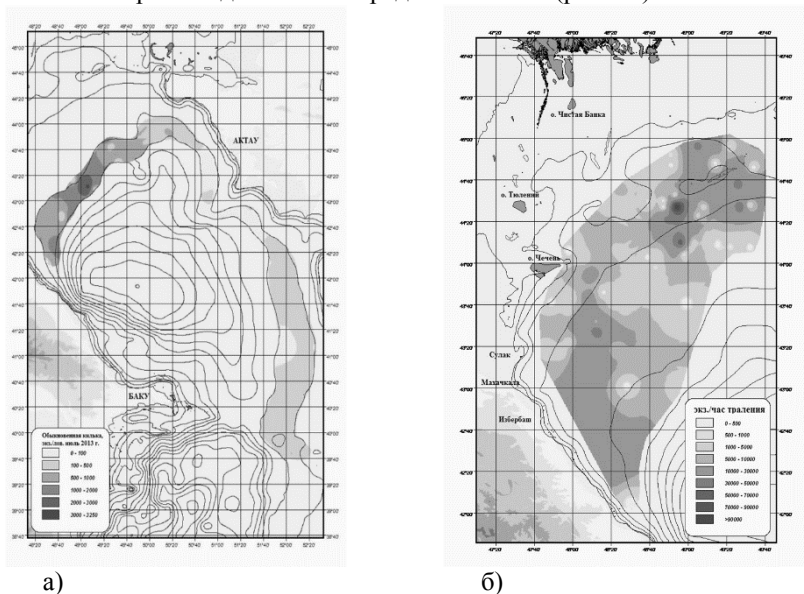
В силу особенностей своей экологии не пострадал от гребневика-мнемииопсиса только третий вид – обыкновенная килька. Этот вид до настоящего времени сохранил высокую численность популяции и из года в год формирует поколения высокой и средней численности. Обыкновенная килька в силу своей массовости и специфичности трофических связей активно участвует в трансформации энергии в Каспийском море. Она отличается быстрым ростом, сравнительно коротким жизненным циклом, высокой калорийностью и жирностью. Данному виду свойственна широкая амплитуда адаптации к условиям среды обитания (эвригалинность, эвритермность), что позволяет ей использовать для воспроизводства и нагула всю площадь населяемого водоёма.

В тоже время обыкновенная килька имеет полиморфную видовую структуру, что обеспечивает виду определенную экологическую устойчивость. Эта неоднородность установлена по такому наследственному признаку, как полиморфизм мышечных белков. Вероятно, главной при-



чиной полиморфизма является необходимость приспособления организмов к изменяющимся условиям среды.

В настоящее время промысловые уловы килек состоят из обыкновенной кильки более чем на 85%. Материалы всех экспедиций в последние годы отмечали наличие в Среднем и Южном Каспии многочисленных и плотных скоплений обыкновенной кильки, что подтверждало сохранение видом высокой численности. Летом 2013 г. плотные концентрации отмечены в северо-западной части Среднего Каспия (рис. 1а).



**Рис. 1.** Распределение обыкновенной кильки в Каспийском море: а) – лето; б) – осень

Осенью обыкновенная килька на акватории Северного и Среднего Каспия в общем улове морских рыб продолжала оставаться доминирующим видом (соответственно 90.3 и 83.2%). Распределение рыб с различной плотностью концентраций наблюдалось на всей обследованной акватории с максимальным уловом (108 тыс. экз./ час траления) в районе Кулалинской банки. На траверзе Махачкалы и у о. Большая Жемчужная плотности были менее плотными и достигали 60 тыс. экз./ час траления (рис. 1б).

Популяция обыкновенной кильки характеризуется высоким уровнем ежегодного годового пополнения. Многолетний ряд показателей урожайных поколений обыкновенной кильки свидетельствует, что в условиях современной трансгрессии моря относительная численность

пополнения популяции в Северном Каспии возросла в 3.6 раза – с 108 экз./час траления в 1998 г. до 385 экз./час траления в 2013 г.

Удовлетворительное состояние запаса как северокаспийского, так и южнокаспийского стада подтверждалось стабильным размерно-весовым составом производителей, средние биологические характеристики которых в 2013 г., по отношению к средним многолетним значениям, имели тенденцию к увеличению.

Возрастная структура обыкновенной кильки во всех частях моря была представлена генерациями 2006–2012 гг. рождения с высокой долей младших возрастных групп в возрасте от 0+ до 2+ лет, что свидетельствовало о балансе ежегодного пополнения и смертности входящих в популяцию поколений.

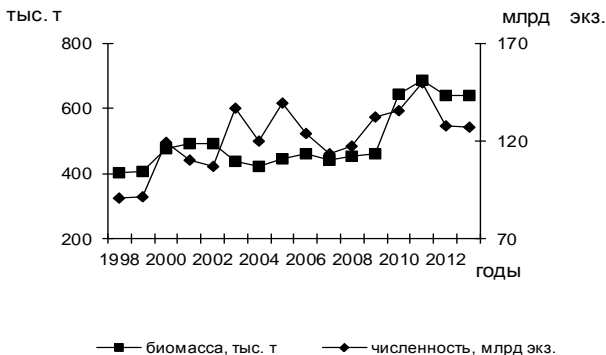
Формирование многочисленного поколения обыкновенной кильки в 2013 г. определялось благоприятными гидрологическими условиями, увеличением численности родительского стада, широким диапазоном возрастного состава, обеспечивающим высокую популяционную плодовитость.

Структура популяции обыкновенной кильки характеризуется высокой популяционной плодовитостью, отмечается увеличение старшевозрастных групп самок, обладающих высоким воспроизводительным потенциалом. Популяционная плодовитость южнокаспийского стада составила  $614.6 \cdot 10^{12}$  млрд. икринок, что на 4.5% выше среднемноголетнего значения, северокаспийского стада –  $681.4 \cdot 10^{12}$  млрд. икринок.

Выживание икры от начала нереста до сформировавшейся молоди в возрасте 0+ лет в Южном и Среднем Каспии находилось на уровне 0.0042%, в Северном Каспии – 0.0038%, соответственно с годовым пополнением 24.1 и 25.4 млрд. экз. сеголеток.

Устойчивость размерно-весовых характеристик, пополнения и остатка обыкновенной кильки во всех частях Каспийского моря подтверждает удовлетворительные условия нагула и воспроизводства, а возрастной состав свидетельствует о балансе ежегодного пополнения и смертности поколений.

Все биологические материалы и расчеты запасов подтверждают, что запасы обыкновенной кильки недоиспользуются промыслом. Запас обыкновенной кильки за 16-летний период наблюдений остается сравнительно стабильным, изменяясь от 404.1 до 687.4 тыс. т, в среднем 500.7 тыс. т (рис. 2). Даже в 2002 г., после массовой гибели килек, запас этого вида остался высоким (438.5 тыс. т). Все биологические материалы, полученные по результатам исследований, подтверждают, что при интенсивном выедании обыкновенной кильки хищными рыбами, она является резервным объектом промысла.



**Рис. 2.** Динамика численности и биомассы обыкновенной кильки

Величина допустимого вылова обыкновенной кильки определялась из современного состояния её запасов, прогнозируемого темпа пополнения популяции, показателей естественной и промысловой смертности [4].

Исходя из состояния промысловых запасов обыкновенной кильки, с учетом её потребления каспийским тюленем, осетровыми и другими хищными видами рыб возможная величина изъятия на 2015 г. оценивается в объеме 56.4 тыс. т.

Наиболее рационален промышленный лов обыкновенной кильки на шельфе Дагестана как прибрежный и экспедиционный лов.

Прибрежный промысел может проводиться в течение 50 суток ставными неводами вдоль побережья Дагестана от г. Махачкала до Кизлярского залива с 10 марта по 20 мая. Рельеф дна побережья позволяет выставлять до 25 ставных неводов. В весенний период косяки обыкновенной кильки, совершая нерестовые миграции из глубоководной части моря в мелководные районы, образуют в прибрежных водах промысловые концентрации (в апреле-мае 2013 г. средний улов на один ставной невод за период промысла составил 87.5 т). Необходимо наращивать прибрежный промысел обыкновенной кильки ставными неводами, поскольку интенсивность промысла этими орудиями лова находится на крайне низком уровне.

Экспедиционный промышленный лов обыкновенной кильки пелагическими разноглубинными травами на шельфе северо-западной части Среднего Каспия может осуществляться в осенне-зимний период (октябрь – февраль), когда северокаспийское и южнокаспийское стада в значительной степени перекрываются, что позволяет промыслу облавливать популяцию обыкновенной кильки в целом. В этот период плотность скоплений кильки позволяет получать уловы до 0.5–2.0 т/час траления

пелагическим разноглубинным тралом (30 м). Одно судно класса сейнер (ПТР, РС-300), вооруженное подобным способом, может добывать за сутки до 10 т обыкновенной кильки. Анализ результатов исследований по оценке запасов каспийских килек показал, что наиболее перспективным районом для промысла обыкновенной кильки является район северо-западной части Среднего Каспия (траверз о. Чечень – г. Дербент). В этом районе в результате взаимодействия ветровых и градиентных течений образуется антициклонический круговорот, способствующий уплотнению температурного фронта с высоким горизонтальным градиентом в слое 30–50 м, что способствует накоплению массы кормового зоопланктона и скоплений обыкновенной кильки. Для успешного освоения запасов обыкновенной кильки использование ставных неводов в период миграций остается самым перспективным способом увеличения её вылова.

В Южном Каспии, в районах традиционного килечного промысла, лов обыкновенной кильки южнокаспийского стада может осуществляться в течение всего года при условии разработки и внедрения в промышленность орудий лова на электросвет, позволяющих регулировать видовой состав улова с приоритетом добычи обыкновенной кильки.

Таким образом, популяция обыкновенной кильки в Каспийском море имеет потенциал к устойчивому, в сравнении с другими видами килек, противодействию неблагоприятным факторам среды и сохранению численности, обитая в условиях расширения нагульного и нерестового ареала, снижения пресса конкурентов со стороны анчоусовидной и большешглазой килек, достаточной кормовой базы в связи с малой избирательностью в питании и представляет собой существенный резерв для промысла.

### Список литературы

1. Люшвин П.В., Егоров С.Н., Сапожников В.В. Сопоставление сейсмической активности в Каспийском регионе с изменением численности кильки в Каспийском море // Сб. ArcReview. – М., 2006, № 1 (36). – С. 15–19.
2. Седов С.И., Парицкий Ю.А. Современное состояние запасов морских промысловых рыб Каспия // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 53–54.
3. Камакин А.М. Особенности формирования популяций вселенца *Mnemiopsis leidyi* в Каспийском море: автореф. дисс... канд. биол. наук. – Астрахань, 2005. – 23 с.
4. Научные основы регионального распределения промысловых объектов Каспийского моря; под ред. Беляевой В.Н., Власенко А.Д., Иванова В.П. – Астрахань, 1992. – 112 с.

# ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ОПТИМУМ И ПЕССИМУМ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОДИ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

**Д.С. Капшай, В.К. Голованов**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, Ярославской обл.,  
vkgolovan@mail.ru, kapshbio@rambler.ru*

Термоадаптационные характеристики пресноводных рыб, обитающих в бассейне Верхней Волги, исследуются в лаборатории экологии рыб, начиная с 1974 г. Наиболее интенсивно они проводились в течение 1974–1981, 1986–1991, 1999–2005 гг. и, наконец, с 2006 г. по настоящее время. В последние годы предпринята попытка исследовать ряд новых видов, включая виды-вселенцы, а также верифицировать старые данные, полученные ранее, с учетом новых исследований и материалов, опубликованных за рубежом. Удалось классифицировать экспериментальные количественные данные по температурным реакциям рыб, характеризующих температурный оптимум и пессимум жизнедеятельности рыб (Голованов, 2013 а,б).

Температурный диапазон существования пресноводных рыб, от – 2 до 43.5 °С, подразделяется на интервалы, характеризующие верхние и нижние границы жизнедеятельности (пессимум) и оптимальную зону функционирования (оптимум) (Алабастер, Ллойд, 1984; Шмидт-Нильсен, 1982; Голованов, 2013 а, б). Значения эколого-физиологического оптимума определяют посредством разных методов. Одним из наиболее применяемых в последнее время является метод «конечного термопреферендума», когда животным предоставляется возможность самопроизвольно выбирать оптимальную температуру в градиенте фактора (Jobling, 1981; Golovanov, 2006; Голованов, 2013а,б).

Температура, которую рыбы избирают в начальный период опыта (минуты и часы, несколько дней), называется избираемой температурой – ИТ. Зона стабильной температуры, которую рыбы избирают спустя несколько дней, иногда 1–2 недели в градиенте температуры, определяется как окончательно избираемая температура – ОИТ. Значение ОИТ практически совпадает с показателями эколого-физиологического оптимума – ЭФО (максимальный рост, эффективное питание) многих видов рыб (Jobling, 1981; Golovanov, 2006; Голованов, 2013 а, б). Именно поэтому определение ИТ и в особенности ОИТ у рыб и беспозвоночных представляется крайне важным (Вербицкий, 2012; Голованов, 2013 а, б).

Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Том I | **237**

Несмотря на большое количество данных по ИТ и ОИТ рыб как в отечественной, так и в зарубежной литературе, их явно недостаточно. Кроме того, применение полученных ранее характеристик ОИТ нуждается в детализации с тем, чтобы более точно интерпретировать экспериментальные данные в целях рыбного хозяйства (Cherry, Cairns, 1982; Голованов и др., 1997). Не менее важны и особенности термоизбирания молоди и более взрослых рыб, которые они проявляют в экспериментальном термоградиенте. Даже результаты опытов всего на нескольких особях иногда представляют существенный интерес, поскольку практически дают начальное представление о том, к какой группе рыб по отношению к температурному фактору относится тот или иной вид.

О верхней границе жизнедеятельности рыб судят по их верхней летальной температуре (ВЛТ). Значения ВЛТ определяют различными методами – температурного скачка, критического термического максимума (КТМ) и хронического летального максимума (ХЛМ) (Beitinger et al., 2000; Голованов и др., 2012, Голованов, 2013 а, б). В последнее время чаще используют два последних метода. При использовании метода КТМ происходит нагрев воды со скоростью от 1–2 до 60 °С/ч до момента переворота рыб на бок или вверх брюшком. В случае продолжения нагрева получают значение летальной температуры (ЛТ), характеризующее прекращением движения жаберных крышек. Значение ЛТ, как правило, несколько выше показателя КТМ. При использовании метода ХЛМ используют медленный нагрев воды со скоростью 1–2 °С/сут, что позволяет рыбам (в отличие от метода КТМ) постоянно акклиматизироваться к постепенному повышению температуры среды.

В отличие от значения ОИТ, характеризующего эколого-физиологический оптимум жизнедеятельности рыб, значения ВЛТ характеризуют величину эколого-физиологического пессимума (Jobling, 1981; Голованов, 2013 а, б).

Цель работы – выявление окончательно избираемой температуры и особенностей термоизбирания в условиях экспериментального температурного градиента, а также верхней летальной температуры методами КТМ и ХЛМ у 15-и видов рыб из 7-и семейств в возрасте 0+ – 3+ в летний и осенний сезоны года.

Работа выполнена с июня по ноябрь в 2004-2013 гг. Исследовано в общей сложности 15 видов рыб из 7-и семейств: Cyprinidae (сазан или обыкновенный карп *Cyprinus carpio* (L.), серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (L.), лещ *Abramis brama* (L.), синец *Abramis ballerus* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.), уклея *Alburnus alburnus* (L.), пескарь *Gobio gobio* (L.), обыкновенный голец *Phoxinus phoxinus* (L.)), Odontobutidae

(головешка-ротан *Percottus glenii* Dybowski), Percidae (речной окунь *Perca fluviatilis* L.), Cobitidae (вьюн *Misgurnus fossilis* (L.)), Esocidae (обыкновенная щука *Esox lucius* L.), Balitoridae (усатый голец *Barbatula barbatula* (L.)), Gobiidae (бычок цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas)), бычок головач *Neogobius iljini* Vasiljeva et Vasiljev). Большинство рыб отловлено в прибрежье Рыбинского водохранилища, карп – из прудов стационара экспериментальных и полевых исследований «Сунога» ФГБУН ИБВВ РАН, серебряный карась и головешка-ротан – в прудах Некоузского района Ярославской области, бычок-головач отловлен в Горьковском водохранилище.

После отлова рыб доставляли в лабораторию и помещали в аквариумы объемом от 60 до 300 л с отстоянной водопроводной водой, а также регулируемой температурой и аэрацией. Всех рыб акклимировали в течение 7–14 дней к температуре, близкой средним значениям летнего сезона (14–22 °С) и содержали в условиях естественного фотопериода при периодической смене воды. В период акклимации и во время опытов рыб кормили живым кормом (дафния, зоопланктон, олигохеты, личинки хирономид), рыбным фаршем, сухим кормом (дафния, рыбный комбикорм) в объеме 6% от массы тела. Сеголетков щуки кормили молодью рыб.

При определении избираемой температуры (ИТ) и окончательно избираемой температуры (ОИТ) использован метод «конечного термопреферендума» (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013а,б), при котором рыбам предоставляется возможность свободного выбора температуры в условиях термоградиента. Схемы экспериментальных установок для определения ИТ и ОИТ описаны ранее (Ивлев, 1962; Голованов, 2013 а, б). Обычно опыты проводили в 2–3-кратной повторности, их результаты суммировались. Распределение рыб, а также избираемую ими температуру на начальном этапе выбора обычно фиксировали 8–10 раз в светлое время суток с интервалом в 1–1.5 ч. За величину избираемой температуры принимали температуру в отсеке, в котором находилась каждая особь в момент снятия показаний. Данные за каждые сутки опыта суммировали и делили на число наблюдений (для 10 рыб число наблюдений за сутки составляло от 80 до 100), получая средние значения ИТ. Если в течение 3-х суток и более средние значения ИТ достоверно не различались, эту температуру принимали за значение ОИТ, характеризующее зону стабильного выбора (Голованов, 2013а,б). Рыб в опыте кормили 1–2 раза в сутки. Корм размещали в один или несколько отсеков, в которых на момент наблюдения находились рыбы.

В общей сложности исследовано 278 экз. сеголетков, двухлетков, трехлетков и четырехлетков рыб. Размеры исследованных рыб, которые

не превышали 10–12 см, был ограничен размерами экспериментальных термоградиентных установок. Данные по ОИТ представлены в виде средних значений. Поскольку методические разработки А.М. Свирского и В.Г. Терещенко (1992) и анализ многолетних данных (Голованов, 2013 а, б) показали, что ошибка определения ОИТ у группы особей в горизонтальных термоградиентных установках с учётом всех методических погрешностей составляет  $\pm 1$  °С, различия показателей, превышающие 1 °С, считались достоверными.

При определении ВЛТ использован метод КТМ (при скорости нагрева воды 9 °С/ч) и ХЛМ. Описание экспериментальных боксов, процедуры опытов и обработки данных описаны ранее (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013 а, б). Исследовано 9 видов рыб из 4 семейств. Опыты проводили в 2-кратной повторности, их результаты суммировались. Всего исследовано 228 рыб.

**Температурный оптимум.** Следует отметить тот факт, что температура акклимации всех особей соответствует летним и осенним природным условиям водоемов (14–22 °С), т.е. тем значениям температуры, которые способствуют более эффективному питанию, развитию и росту (Голованов и др., 1997; Голованов, 2013а,б).

Данные, полученные в результате проведенных экспериментов, приведены в табл. 1. Максимальные значения ОИТ отмечены у трех видов – вида-вселенца головешки-ротана, а также серебряного карася и карпа. Большинство карповых видов – уклейка, лещ, плотва, а также речной окунь, вьюн и щука избирают более низкую ОИТ. Все вышеуказанные виды представлены сеголетками и годовиками. У более взрослых особей 2-х карповых видов – трехлетков пескаря и четырехлеток голяна обыкновенного уровень ОИТ существенно ниже в сравнении с теплолюбивыми карповыми, соответственно 20.5 и 16.8 °С. Очевидно, более младшие возрастные группы голяна и пескаря будут избирать более высокую (на несколько градусов) температуру в сравнении с взрослыми особями. Вместе с тем, это свидетельствует о том, что даже в пределах одного семейства могут существовать виды, термальные ниши которых очевидно различаются.

Двух- и трехлетки двух видов-вселенцев бычка-цуцика и бычка-головача, а также усатого гольца, избирали достаточно низкие значения ОИТ, 22.4, 22.4 и 15.1 °С соответственно. Таким образом, амплитуда полученных значений ОИТ достаточно широка и составляет 15 °С – от 15 °С у усатого гольца до 30 °С у головешки-ротана. Обращает на себя внимание высокий уровень ОИТ у головешки-ротана, соизмеримый с таковым у карпа и серебряного карася. Очевидно, столь высокий оптимальный уровень дает определенные преимущества виду-вселенцу в



сравнении с обычными видами карповых, широко распространенных в водоемах Верхней Волги, лещом и плотвой, а также с речным окунем в условиях более высокой температуры в летний сезон года.

Эксперименты по термоизбиранию, проведенные с усатым голецом и пескарем на двух различных по размерам и конструктивным особенностям (наличие перегородок или их отсутствие и др.) установках, показали практически идентичные результаты. Это подтверждает ранее сделанное предположение о том, что выбор ОИТ в градиенте температуры происходит независимо от типа градиентной установки (Голованов, 2012 а, б).

**Таблица 1.**

Значения окончательно избираемой температуры у исследованных видов рыб.

Вид	Возраст	Сезон года	Температура акклимации, °С	Время выбора зоны ОИТ, сут	Значение ОИТ, °С
Карп (сазан)	0+	Л	18.0	3–5	28.7
Карась серебряный	0+	Л	22.0	3–5	29.2
Лещ	0+1+	Л	18.0±2.0	6–8	26.5
Плотва	0+1+	Л	18.0±2.0	6–8	26.0
Уклейка	0+	О	16.0	6–8	27.2
Пескарь	2+	Л, О	18.0	3–6	20.5
Гольян обыкновенный	3+	О	14.0	3–5	16.8
Головешка-ротан	0+	Л	19.0	3–5	30.0
Речной окунь	0+	Л	16.0	6–8	26.4
Вьюн	1+	Л, О	17.0	4–7	25.0
Щука	0+	Л	21.0	4–8	24.3
Голец Усатый	2+, 3+	Л	18.0	4–6	15.1
Бычок-цуцик	2+, 3+	Л	18.0	2–6	22.4
Бычок-головач	2+, 3+	О	18.0	2–6	22.4

Примечание. Л – лето, О – осень.

Ошибка среднего значения ОИТ не превышала 0.3 °С у всех видов, за исключением бычка-головача. Поведение рыб в градиенте температуры у разных видов несколько отличалось. Для карпа, леща, плотвы и уклейки, а также речного окуня, более характерным был выбор температуры группой, в которой были все особи. В то же время, головешка-ротан, пескарь, гольян обыкновенный, вьюн, щука, усатый голец и оба вида бычков также избирали температуру, однако чаще это происходило или в

составе группы из 1–3 особей, или индивидуально. Несмотря на разницу в поведении, время выхода на стабильный уровень ОИТ было примерно одинаковым у наиболее теплолюбивых видов – карпа, серебряного караса и головешки-ротана, а также у предпочитавших более низкую ОИТ – пескаря, голяна обыкновенного, бычка-цуцика и бычка-головача, на 2–3 сутки нахождения в градиенте температуры.

Как известно, значение ОИТ  $\pm 2^\circ\text{C}$ , принято считать величиной термальной ниши для каждого конкретного вида рыб (Reynolds, Casterlin, 1978; Magnuson et al., 1979). Таким образом, термальные ниши исследованных 14-и видов рыб из 7-и семейств в общем диапазоне температуры жизнедеятельности пресноводных рыб представлены амплитудой значений от 13 до 32  $^\circ\text{C}$ . Обращают на себя внимание низкие ОИТ усатого голяда и обыкновенного голяна, близкие по абсолютному значению к ОИТ у лососевых и сиговых видов рыб. Совпадение или близость термальных ниш означает возможность конкуренции рыб, по крайней мере, за «термальный ресурс» биотопа в водоеме. Очевидно, что как в экспериментальных, так и особенно в естественных условиях, при наличии или отсутствии корма и хищников, распределение и поведение рыб будет варьировать достаточно сильно (Magnuson et al., 1979; Смирнов, Голованов, 2011; Голованов, Базаров, 2012; Голованов, 2013 а, б). Полученные значения ОИТ у различных видов рыб могут быть использованы в качестве исходных величин, характеризующих или оптимальные, или близкие к оптимальным температурные условия жизнедеятельности.

**Температурный пессимум.** Наибольшие значения КТМ и ЛТ у исследованных видов при акклимации к температуре летнего сезона (18–20  $^\circ\text{C}$ ) зафиксированы у особей серебряного караса и карпа (табл. 2). ВЛТ особей головешки-ротана и уклейки были несколько меньше. У молоди синца и щуки показатель КТМ оказался аналогичным и меньше, чем у группы наиболее теплолюбивых рыб. Еще ниже был показатель у сеголеток плотвы и окуня. Самые низкие значения КТМ и ЛТ из числа исследованных нами представителей эвритермных видов рыб, продемонстрировали особи пескаря.

Значения показателей ХЛМ, в отличие от КТМ, были выше у карпа (41.3 $^\circ\text{C}$ ) в сравнении с серебряным карасем (39.5 $^\circ\text{C}$ ). У молоди уклейки, щуки, плотвы и леща значения ХЛМ близки и составили 36.9, 35.5, 36.3 и 37.0 $^\circ\text{C}$  соответственно. У молоди головешки-ротана в разные сезоны года уровень ХЛМ составил 35.8–36.2 $^\circ\text{C}$ . Более высокие значения ВЛТ, определенные методом ХЛМ, связаны с процессом температурной переакклимацией рыб в течение 16–23 суток эксперимента. Более высокие скорости нагрева (4–42 $^\circ\text{C}/\text{ч}$ ) в течение 1.5–1.8 ч не позволяют

рыбам адаптироваться к меняющимся условиям среды, поэтому значения КТМ и ЛТ у одного и того же вида рыб ниже, чем ХЛМ.

**Таблица 2.**

Термоустойчивость молоди разных видов рыб в летний сезон года

Вид	КТМ, °С	ЛТ, °С
Карп	35.6±0.1	36.5±0.2
Серебряный карась	37.9±0.1	38.1±0.1
Лещ	33.7±0.2	35.2±0.3
Плотва	33.3±0.3	34.5±0.2
Уклейка	33.6±0.2	36.0±0.3
Синец	33.0±0.1	35.4±0.5
Пескарь	32.2±0.1	33.0±0.3
Головешка-ротан	34.8±0.2	36.4±0.2
Речной окунь	32.0±0.1	33.4±0.2
Щука	33.6±0.1	35.2±0.2

Примечание. \* – температура акклимации 18–20°С.

Было выяснено также, что термоустойчивость молоди рыб напрямую зависит от температуры акклимации. У всех исследованных видов рыб наблюдался достоверный рост значений КТМ и ЛТ с повышением температуры акклимации (табл. 3). Сравнение величин КТМ и ЛТ у исследованных видов выявило уменьшение разницы между значениями ЛТ и КТМ с ростом температуры акклимации. Наибольшая разница между уровнем КТМ в широком диапазоне уровней акклимации наблюдалась у карпа в диапазоне повышения температур акклимации 4–13 °С, у серебряного карася и головешки-ротана в диапазонах повышения температуры 13–20 °С.

Таким образом, определены значения окончательно избираемой температуры у 14-и видов рыб из 7-и семейств в летне-осенний период при исходной температуре акклимации рыб от 14 до 22 °С. Минимальное значение ОИТ выявлено у 3–4-летков усатого гольца – 15.1 °С, максимальное – у сеголетков головешки-ротана – 30.0 °С. Близкие значения ОИТ показаны для серебряного карася – 29.2 °С и карпа – 28.7 °С. Установлены показатели ОИТ у трех видов-вселенцев: головешки-ротана (30.0 °С), а также у двух видов бычков – головача и цулика (22.4 °С). Рассмотрены особенности терморегуляционного поведения молоди и более взрослых рыб в условиях температурного градиента среды. Полученные данные могут быть использованы в качестве величин, характеризующих оптимальные или близкие к

оптимальным температурные условия жизнедеятельности рыб различных возрастных групп.

**Таблица 3.**

Летальные температуры молоди рыб в широком диапазоне температур акклимации

Температура акклимации, °С	Вид			
	Карп	Серебряный карась	Головешка-ротан	Щука
	КТМ (при скорости нагрева 9°С/ч)			
4	26.5	28.5	28.9	28.7
13	31.8	32.1	30.0	30.1
20	35.6	37.9	34.8	33.6
28	39.7	40.4	37.6	**
32	41.4	41.4	38.8	**
	ЛТ (при скорости нагрева 9°С/ч)			
4	28.3	30.0	30.9	29.7
13	33.6	33.0	32.2	30.5
20	36.5	38.1	36.4	35.2
28	40.5	41.0	38.2	**
32	42.0	41.7	39.1	**
	ХЛМ (при скорости нагрева 1-2°С/сутки)			
20	41.3	39.0	36.0	34.0

Примечание: \*– ошибка среднего 0.1–0.3; \*\*– гибель особей при акклимации.

Определены значения ВЛТ методами КТМ и ХЛМ у 9 видов рыб из 4 семейств. Максимальные значения ВЛТ отмечены у карпа и серебряного карася. Выявлено повышение значений КТМ вплоть до значений ВЛТ, полученных методом ХЛМ, при условии высокой температуры акклимации у 4-х видов рыб – серебряного карася, карпа, головешки-ротана и щуки. Полученные данные могут быть использованы в качестве величин, характеризующих pessимальные температурные условия жизнедеятельности молоди рыб.

Исследование выполнено при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» и Программы Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-2666.2014.4 «Экологические аспекты адаптаций и популяционная организация у рыб».

## Список литературы.

- Алабастер Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 344 с.
- Голованов В.К. Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях // Вопр. ихтиологии. 2013а. Т. 53. № 3. С. 286–314.
- Голованов В.К. Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. Москва: Полиграф-Плюс, 2013. 300 с.
- Голованов В.К., Базаров М.И. Влияние продолжительных периодов голодания на термоизбирание у молоди леща в различные сезоны года. – Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2012. № 2. С. 28–32.
- Голованов В.К., Свирский А.М., Извеков Е.И. Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯрГТУ, 1997. С. 92–116.
- Голованов В.К., Смирнов А.К., Капшаев Д.С. Сравнительный анализ окончательно избираемой и верхней летальной температуры у молоди некоторых видов пресноводных рыб. – Труды Карел. НЦ РАН. Сер. Эксперим. биология. 2012. № 2. С. 70–75.
- Вербицкий В.Б. Температурный оптимум, термопреферендум и термотолерантность пресноводных ракообразных (Cladocera, Isopoda, Amphipoda). Автореф. дисс... докт. биол. наук. Борок, 2012. 48 с.
- Ивлев В.С. Методы определения избираемой температуры // Руководство по методике исследований физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 344–353.
- Свирский А.М., Терещенко В.Г. Точность определения температуры, избираемой рыбами в установке с горизонтальным термоградиентом. Биол. внутр. вод. Информ. бюл. Л., 1992. № 92. С. 85–88.
- Смирнов А.К., Голованов В.К. Распределение речного окуня *Perca fluviatilis* L. в термоградиентных условиях в зависимости от местоположения корма. Вопр. рыболовства. 2011. Т. 12. № 4(48). С. 730–740.
- Шмидт-Нильсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. Кн. 1. М.: Мир, 1982. 416 с.
- Beitinger T.L., Bennet W.A., McCauley R.W. Temperature tolerances of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature // Environ. Biol. Fish. 2000. V. 58. N 3. P. 237–275.
- Cherry D.S., Cairns J.Jr. Biological monitoring. Part V. Preference and avoidance studies. Water Res. 1982. V. 16. N 3. P. 263–301.
- Golovanov V.K. The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish. J. Ichthyology. 2006. V. 46. Suppl. 2. P. S180–S187.

- Jobling M.* Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature. J. Fish. Biol. 1981. V. 19. N 4. P. 439–455.
- Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvick P.A.* Temperature as an ecological resource // Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978. – Amer. Zool. 1979. V. 19. N 1. P. 331–343.
- Reynolds W.W., Casterlin M.E.* Behavioral thermoregulation and the «final preferendum» paradigm / Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978. Amer. Zool. 1979. V. 19. N 1. P. 211–224.
- 
-

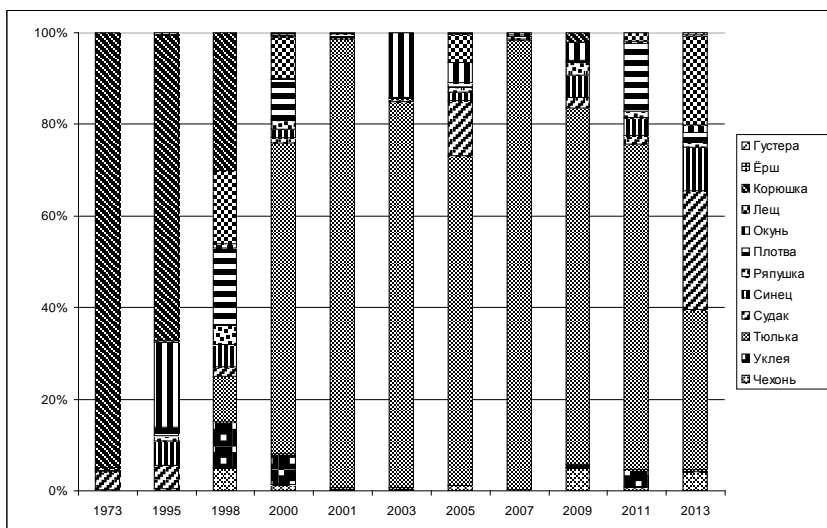
## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОЙ ТЮЛЬКИ ПРИ ЕЁ НАТУРАЛИЗАЦИИ В ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Д.П. Карабанов

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
Борок, Россия, dk@ibiw.yaroslavl.ru

Среди Верхневолжских водохранилищ наибольшую по численности популяцию черноморско-каспийская тюлька *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) образовала в Рыбинском водохранилище. Менее чем за 10 лет она распространилась по всему водоему и освоила биотопы пелагиали, на которых до середины 1990-х годов господствовали синец (*Ballerus ballerus*) и корюшка (*Osmerus eperlanus*). Такое активное вселение позволяет выдвинуть предположение об окончательной успешной натурализации тюльки. Примерами этого процесса служит высокая численность, особое пространственное распределение стад, бимодальный размерно-возрастной состав популяции, успешное размножение, а также ряд адаптивных изменений внутриклеточного метаболизма.

Впервые тюлька была зарегистрирована в Рыбинском водохранилище в 1994 г. (Слынько и др., 2000). Одновременно с ее вселением в водоем стала сокращаться популяция корюшки, которая была одним из доминирующих видов пелагиали (рис. 1). За последующие пять лет численность тюльки была минимальна: летом 2000 г. уловы тюльки были невелики (в среднем по водохранилищу 11 экз. на 15-минутное траление), тогда как корюшка в уловах уже отсутствовала (Кияшко и др., 2006). Доминировала тюлька только на небольшом количестве станций, в большинстве случаев основу скоплений составляла молодь карповых, а также молодь и взрослые особи уклейки *Alburnus alburnus*, ряпушки *Coregonus albula* и чехони *Pelecus cultratus*. Тюлька предпочитала пелагические биотопы речных плесов, где она нагуливалась и размножалась. В Центральном плесе её уловы были нерегулярны и малочисленны. В последующие годы летом распределение тюльки оставалось прежним, однако уловы значительно возросли, их средние величины по плесам составили 300–500 экз. за 15 мин. лова. Сократилось абсолютное и относительное количество молоди карповых и окунёвых, тюлька стала доминантом на большинстве обследованных участков (рис. 1).



**Рис. 1.** Относительная численность различных видов рыб в осенних опытных уловах пелагического трала в Рыбинском водохранилище.

Так же как и в материнском водоёме (Каспийское море) в новых для неё условиях тюлька осталась короткоцикловым рано созревающим видом, что определяет возрастную структуру и динамику численности популяции. Поэтому в течение ряда лет наблюдались значительные межгодовые флуктуации её численности как в летний, так и в осенний периоды, что характерно для видов с коротким жизненным циклом (Криксунов, 1995). Особенно ярко эта закономерность прослеживалась на раннем этапе заселения водохранилища. Так, изначально небольшая по количеству популяция тюльки летом 2000 г. дала мощное потомство, и осенью за счет сеголетков уловы увеличились в десятки раз. Особи этого поколения созрели на следующий год (в возрасте 1+) и составили основу нерестового стада 2001 года. Однако затем численность популяции пошла на убыль. Вероятными причинами такого снижения могут быть как выедание основных кормовых объектов, так и очень холодная зима 2003/04 и 2011/12 годов, сопровождавшаяся многочисленными заморами рыб.

Как отмечается в работе В.И.Кияшко с соавт. (2012), тюлька по своим трофэкологическим характеристикам, также как и корюшка, является типичным планктофагом. Биотопы, которые предпочитала корюшка, и биотопы, которые реально в настоящее время освоила тюлька, совпадают лишь частично. В летний период большая часть популяции тюльки сосредоточена в верховьях речных плесов, а также на некоторых участках



Центрального плёса, которые мало подвержены ветровым волнениям. В то же время основные нагульные скопления корюшки были сосредоточены в Центральном плёсе (Пермитин, Половков, 1978). Наибольшие нерестовые скопления тюльки отмечены в речных плёсах (Степанов, 2011). Следует отметить, что осенью численность тюльки в уловах значительно увеличивается не только в речных плёсах, но и в Центральном. В уловах доминируют подростки к этому времени сеголетки, составляющие до 80% улова.

В других северных водохранилищах динамика численности популяций черноморско-каспийской тюльки имеет свои особенности (Карабанов, 2013). Так, в Горьковском водохранилище популяция тюльки подвержена колебаниям численности, аналогичным таковым для Рыбинского водохранилища. В русловой части Шекснинского водохранилища после вселения в 2001 г. популяция тюльки сильно уменьшилась и к настоящему времени её доля не превышает 1% от всего рыбного населения пелагиали. Вероятно, в этом самом северном водоёме распространения тюльки её самовоспроизводство затруднено, а высокая численность пищевых конкурентов (окунь) и хищников (судак) ещё более усугубляет ситуацию. В Угличском и Ивановском водохранилищах тюлька заняла свою экологическую нишу и не испытывает значительных колебаний численности. Вероятно, это объясняется небольшим размером пелагиали водоёмов, что географически ограничивает распространение данной рыбы.

Существенные межгодовые флуктуации численности тюльки можно объяснить влиянием ряда факторов. Во-первых, в последние годы наблюдаются аномально жаркие весенне-летние периоды. Как было показано ранее (Кияшко и др., 2012; Карабанов, 2013) чересчур низкие либо высокие нерестовые температуры негативно сказываются на доле пополнения у тюльки. Другой причиной снижения численности популяции могут быть особенности метаболизма рыб. Большая работа по изучению липидного обмена тюльки проделана В.В.Халько (2007). Им установлено, что общее содержание и фракционный состав липидов в мышцах и в целом организме тюльки в Рыбинском водохранилище подвержено размерно-возрастным изменениям, характерным для этого вида и в водоемах материнского ареала, а также и для других видов рыб в нагульный период. С увеличением размера (возраста) тюльки в её мышцах и в целом организме возрастает общее содержание липидов и триацилглицеринов, снижается содержание структурных липидов (фосфолипидов и холестерина). Наряду с размерно-возрастными изменениями показателей липидного обмена у тюльки в Рыбинском водохранилище выявлены особенности их межгодовых колебаний, характер

которых у взрослых и молодых особей различен. У взрослых рыб происходит устойчивое снижение жирности мышечных тканей и содержания в них триацилглицеринов, что наиболее заметно в группе 2-летних особей. Это свидетельствует о нарастающем ухудшении физиолого-биохимического состояния половозрелых рыб в популяции тюльки и, в первую очередь, особей самой многочисленной возрастной группы, у которых осенью 2005 г. величина жировых запасов в мышцах ( $3.7 \pm 1.5\%$ ) приблизилась к ее критическому для сельдевых рыб значению (2–3%) (Халько, 2007).

В отличие от взрослых особей, уровень и структура жировых запасов, накапливаемых в теле молоди тюльки к осени, зависят от режима сработки объёма воды в Рыбинском водохранилище, оказывающего прямое влияние на внутри- и межгодовые изменения общих запасов зоопланктона в пелагиали водоема. Происходящее на современной стадии развития экосистемы Рыбинского водохранилища измельчение представителей зоопланктона и постепенное снижение биомассы (Лазарева, 2010), по-видимому, не является определяющим фактором для условий нагула молоди тюльки, основная пища которой состоит именно из мелких планктонных рачков (Кияшко, 2004).

На основании анализа приведённых фактов В.В.Халько (2007) предполагает, что отмеченные негативные явления в липидном обмене могут привести к увеличению естественной смертности сеголеток в течение зимовки и сокращению в результате этого доли пополнения. Вместе с тем, наблюдаемые данные по численности уловов тюльки (рис. 1) не позволяют с твёрдой уверенностью высказаться в поддержку столь пессимистического прогноза. Численность тюльки в Рыбинском водохранилище испытывает значительные межгодовые флуктуации, одной из причин которых могут служить и особенности липидного обмена. Однако экологическая пластичность вида в совокупности с высокой плодовитостью позволяет популяции довольно быстро восстановиться после неблагоприятного периода. Для более точного прогноза динамики популяции тюльки Рыбинского водохранилища требуется продолжение накопления многолетних данных и мониторинговых работ по всему Волжскому каскаду.

Работа выполнена в рамках проекта МК-2049.2013.4. Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных и гранта РФФИ № 14-04-31112\_мол\_а\_2014.

### **Список литературы**

*Слынько Ю.В., Кияшко В.И., Яковлев В.Н.* Список видов рыбообразных и рыб бассейна реки Волги / Каталог растений и животных водоёмов

- бассейна Волги. Ярославль: ЯГТУ, 2000. С. 252–277.
- Кияшко В.И., Осипов В.В., Слынько Ю.В. Размерно-возрастные характеристики и структура популяции тюльки *Clupeonella cultriventris* при ее натурализации в Рыбинское водохранилище // Вопр. ихтиол. 2006. Т. 46. № 1. С. 68–76.
- Криксунов Е.А. Теория пополнения и интерпретация динамики популяций рыб // Вопр. ихтиол. 1995. Т.35. №3. С. 301–329.
- Кияшко В.И., Карабанов Д.П., Яковлев В.Н., Слынько Ю.В. Становление и развитие популяции черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) в Рыбинском водохранилище // Вопр. ихтиологии. 2012. Т. 52. № 5. С. 571–580.
- Пермитин И.Е., Половков В.В. Особенности образования и динамика структуры скоплений пелагических рыб // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л.: Наука, 1978. С. 78–106.
- Степанов М.В. Морфо-биологическая характеристика черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) в Рыбинском водохранилище. Автореф. дисс.... канд. биол. наук. Борок, 2011. – 23 с.
- Карабанов Д.П. Генетические адаптации черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840) (Actinopterygii: Clupeidae). Воронеж: Издательство «Научная книга», 2013. – 179 с.
- Халько В.В. К вопросу о физиолого-биохимическом состоянии тюльки *Clupeonella cultriventris* (Clupeidae, Clupeiformes) в Рыбинском водохранилище // Вопр. ихтиологии. 2007. №3. С. 406–417.
- Лазарева В.И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. М.: Тов-во научн. изд-в КМК, 2010. – 183 с.
- Кияшко В.И. Трофозологическая характеристика тюльки *Clupeonella cultriventris* в водохранилищах Средней и Верхней Волги // Вопр. ихтиол. 2004. Т.44. №6. С. 811–820.
- 
-

# **МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ИКРЫ ВОСТОЧНО-БАЛТИЙСКОЙ ТРЕСКИ КАК ИНДИКАТОР ФЛУКТУАЦИЙ НЕРЕСТОВОГО ЗАПАСА И ИЗМЕНЕНИЙ УСЛОВИЙ СРЕДЫ**

**Е.М. Карасева**

*Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, Калининград karasiova@rambler.ru*

## **Введение**

Балтийское море относится к числу окраинных внутриматериковых морей, связанных с Мировым океаном только узкими Датскими проливами. В результате спорадических адвекций североморских вод относительно высокая соленость отмечается только в глубоководных впадинах моря. Размножение восточно-балтийской трески в этих впадинах является уникальным примером адаптации к условиям низкой солености, дополняемым практически близким к экстремальным и нестабильным условиям кислородного насыщения придонных вод. Длительная история ихтиопланктонных исследований в Балтийском море, начатая немецкими учеными в начале 20-го столетия (Apshtein, 1909, Strodtmann, 1906), дает возможность рассмотреть долгопериодную изменчивость численности икры этого вида в ихтиопланктоне в связи с некоторыми факторами окружающее среды.

## **Материал и методика**

В качестве исходных данных при анализе многолетних изменений в численности икры трески были использованы база ихтиопланктонных данных АтланНИРО, а также литературные источники, содержащие как первичные материалы с результатами ихтиопланктонных сборов немецких, польских, датских авторов, так и оценки средней численности в основных районах нереста: Борнхольмской, Гданьской и Готландской (южная и центральная часть) впадин, выполненные советскими и немецкими учеными. Ихтиопланктонные исследования АтланНИРО проводились с 1954 по 1972 гг. и с 1992г. по настоящее время. Список источников содержится в работе Карасевой Е.М. и Фосса Р. (Karasiova, Voss, 2004). Основными ихтиопланктонными орудиями сбора в первой половине 20-го века служили сеть Гензена (Германия, Польша), а с 1950-х гг. по настоящее время – сеть ИКС-80 (СССР, Россия, Латвия) и планктоносборщик Бонго-60 (Германия). Для периода с 1903 по 2000 гг. были рассчитаны средняя численность икры трески (шт./м<sup>2</sup>) и численность (N) в пересчете на площадь распределения (S) для основных

районов размножения  $NS \cdot 10^{10}$ . Так как в первой половине века сборы не были ежегодными и прерывались также мировыми войнами, данные объединялись по временным интервалам с наибольшей частотой сборов, а начиная с 1950-х гг. – по 5-летним промежуткам. Для характеристики придонной солёности были использованы литературные источники (Соскин, 1963) и электронная база данных АтлантНИРО.

## Результаты

Сравнение многолетних рядов по численности икры трески показало значительную пространственно-временную изменчивость этого параметра (Рис. 1).

В первой половине 20-го века в Борнхольмской и Гданьской впадинах были отмечены относительно небольшие пики численности, пришедшиеся на начало 1920-х и конец 1930-х гг. Вековой максимум наблюдался во всех районах размножения в конце сороковых – начале 1950-х гг. Наиболее высокие концентрации икры трески были зарегистрированы в Борнхольмской впадине в 1952г. ( $178.5 \text{ шт./м}^2$ ). В Гданьском и Южно-Готландском районах самая высокая численность была отмечена в 1954г. (соответственно 120 и  $114 \text{ шт./м}^2$ ), в центральной части Готландской впадины в 1954 и 1956 гг. ( $54 \text{ шт./м}^2$ ). Затем в конце 1950–1960-х гг. последовало резкое снижение количества выметанной икры во всех районах моря. Новый рост произошёл в конце 1960-х-начале 1970-х гг., и затем, после некоторого снижения, – в конце 1970-х-начале 1980-х гг. Наиболее заметной особенностью колебаний численности в конце века (с 1985г.) было резкое падение во всех районах с последующим почти полным исчезновением икры трески в Готландской впадине. В 1990-е гг. рост численности икры трески был отмечен только в Борнхольмской котловине, которая стала основным районом воспроизводства популяции в современный период.

Долговременная изменчивость суммарной численности икры трески ( $NS \cdot 10^{10}$ ) в целом находилась в соответствии с временной вариабельностью придонной солёности в Готландской впадине (Рис. 2). Вековой максимум солёности, отмеченный в начале 1950-х гг., совпал с вековым пиком численности икры трески в Балтийском море.

Отличительной чертой длительного периода высокой солёности, продолжавшегося с конца 1940-х до начала 80-х гг., была высокая численность икры трески в Готландской впадине. Доля (%) икры трески в этом районе могла превышать 40% от суммарной численности (Рис. 3). В начале минувшего века доля икры трески на Готландском нерестилище не превышала 10–15%, а в конце века упала до 3–4%. Таким образом, низкий уровень численности, отмеченный в начале и конце минувшего столетия,

совпал с ослаблением репродукции трески в Готландской впадине и с перемещением основного воспроизводства в Борнхольмскую котловину. В пространственно-временном аспекте размножение трески в Борнхольмском районе характеризовалось наибольшей стабильностью, в то время как в Готландской впадине периоды интенсификации нереста чередовались с длительными периодами его ослабления.

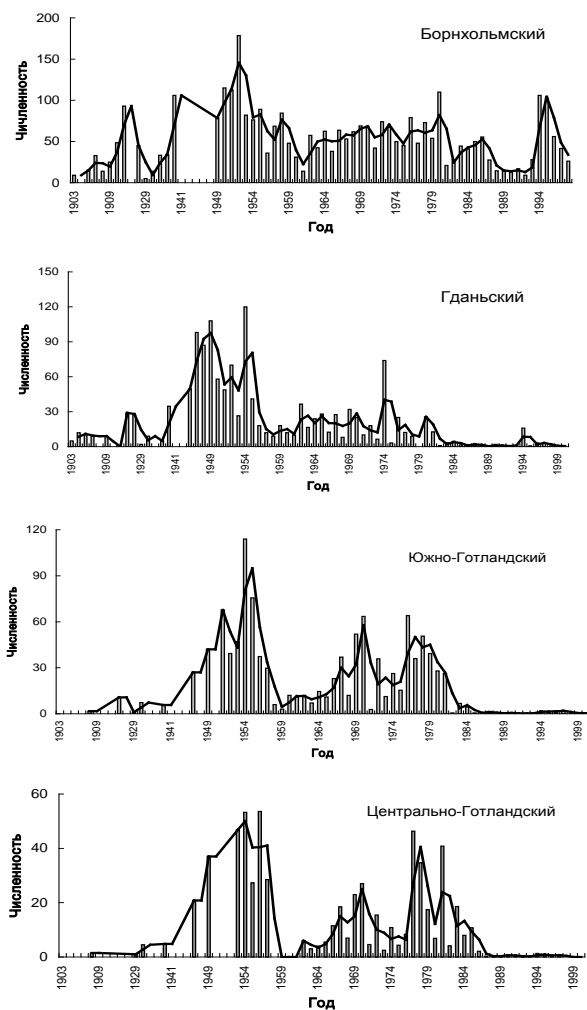
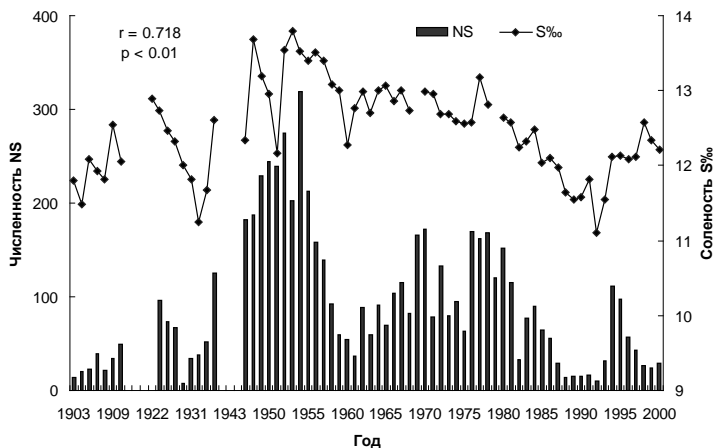
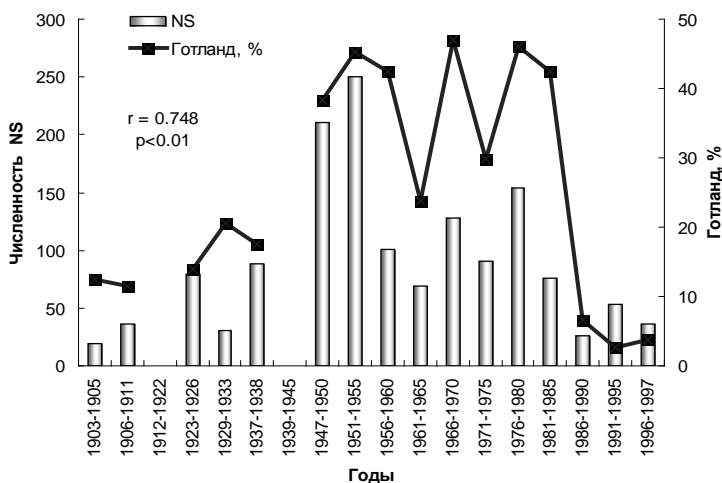


Рис. 1. Численность (шт./м<sup>2</sup>) икры трески в глубоководных районах

Балтийского моря за 1903–2000 гг.

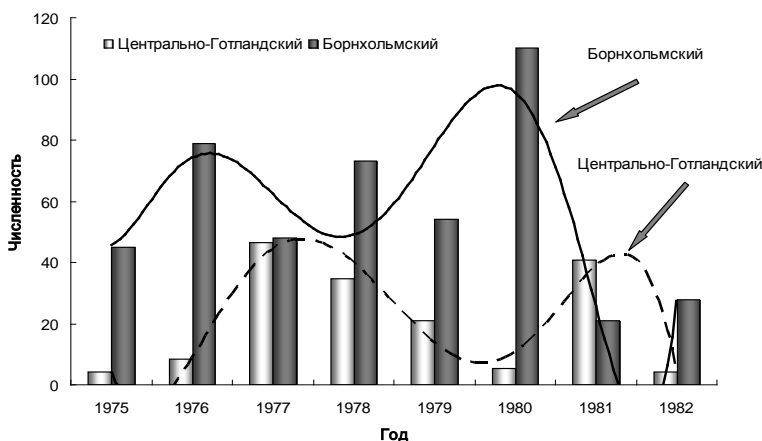


**Рис. 2.** Суммарная численность  $NS \cdot 10^{10}$  икры трески в глубоководных районах и придонная соленость в Готландской впадине за 1903–2000 гг.



**Рис. 3.** Суммарная численность  $NS \cdot 10^{10}$  икры трески по 3–5 летним интервалам и доля, %, икры трески в Готландской впадине.

Хотя в целом на протяжении второй половины 1970-х – начале 1980-х гг. высокая численность икры трески отмечалась в каждом из этих районов, в отдельные годы пики численности в них не совпадали (Рис. 4). В ряде случаев численность икры трески в Голандской впадине увеличивалась только на следующий год после предшествующего увеличения численности в Борнхольмской впадине. Такое чередование отмечалось в 1976 и 1977 гг., а также в 1980 и 1981 гг. Отсюда следует, что успешное размножение в масштабах всего моря обеспечивалось также и тем, что ежегодно наиболее благоприятные условия для воспроизводства трески возникали лишь на одном или двух из четырех рассматриваемых районах моря.



**Рис. 4.** Средняя численность (шт./м<sup>2</sup>) икры трески в Борнхольмском и Центрально-Готландском районах и нелинейные тренды ее изменчивости.

### Обсуждение

Как показано многими отечественными и зарубежными исследователями (Антонов, 1987, CORE, 1998, Koester et al., 2001) успешное размножение восточно-балтийской трески определяется гидрографическими условиями на нерестилищах, которые в свою очередь, зависят от частоты и интенсивности адвекций североморской воды. Самое мощное вторжение этих вод в 20-м веке произошло конце 1951 г. Оно привело к обновлению придонного слоя в глубоководных впадинах, росту содержания кислорода и солености, которая достигла векового максимума в Борнхольмской котловине в 1952 г., а в Готландской впадине – в 1953 г. Обычно появление мощного притока сопровождалось серией более мелких адвекций (Matthäus, 2006). В результате сначала



адвективные воды заполняли ближайшую к проливам Борнхольмскую котловину, а позднее, иногда только на следующий год, – Готландскую впадину. Этим объясняется то, что в период интенсификации адвекций (1950–1970-е гг.) довольно часто отмечалось чередование лет с наиболее оптимальными условиями размножения в этих районах моря. Гетерогенность условий среды на различных нерестилищах обеспечивала компенсацию неудачи размножения в одном из районов репродукции успешным воспроизводством в другом. В Балтийском море с его ограниченной площадью нерестилищ и соответственно с ограниченным репродуктивным ресурсом успех размножения трески в значительной мере определяется абиотическими условиями. К важнейшим из них относятся соленость (не менее 11‰) и содержание кислорода (не менее 2 мл/л), которые в итоге определяют объем вод, пригодных для нереста трески (CORE, 1998). В конце 1940-х – начале 1950-х и затем в 1970-е – начале 1980-х гг. произошло резкое увеличение площади нерестилищ в трески в Балтийском море в результате улучшения условий размножения в Готландской впадине (Карасева, 2013). Адаптации, связанные с размножением, определяют особенности экологии, миграций и распределения половозрелых особей рыб (Павлов, 2010). Расширение репродуктивной части ареала трески на Готландскую впадину сопровождалось усилением миграционной активности в преднерестовый сезон и более ранними сроками массового нереста (апрель–июнь). В эти годы была отмечена самая высокая численность икры трески в ихтиопланктоне.

Учитывая, что численность икры рыб в ихтиопланктоне является основой для независимых от промысла оценок нерестовых запасов, можно полагать, что популяция восточно-балтийской трески находилась на максимуме своей численности в начале 1950-х гг. Второй пик в межгодовой динамике пришелся на конец 1970-х – начало 1980-х гг. Более низкая численность икры трески в эти годы по сравнению с началом 1950-х гг. была связана с массовым пропуском нереста. Это явление было отмечено у трески в Готландском районе в 1979–1985 гг. (Узарс и др., 1989). Пропуск нереста, который может быть вызван резорбцией ооцитов, является адаптивным ответом воспроизводительной способности популяции на изменение условий среды (Шатуновский, Рубан, 2010). У балтийской трески он был следствием ухудшения условий нереста в результате быстрого истощения кислорода в условиях развивающейся эвтрофикации, а также уменьшением кормовой обеспеченности.

Перемещение основного воспроизводства трески в Борнхольмскую впадину в конце 1980-х гг. было связано с длительной временной паузой (между 1983–1993 гг.) в поступлении мощных адвекций. Одновременно

произошло смещение сроков массового нереста с весны на лето (июль-август) и почти прекратились миграции преднерестовой и нерестовой трески в восточные нерестовые районы. Период, во многом аналогичный современного распределения нерестовой активности, ограниченной в основном Борнхольмской, а в годы североморских притоков также Гданьской впадинами, пришелся на значительную часть довоенного периода, возможно, за исключением начала 1920-х гг. В целом долгопериодные колебания численности икры трески в Балтийском море были связаны с крупномасштабной климатической изменчивостью.

### Список литературы

- Антонов А.Е. Крупномасштабная изменчивость гидрологического режима Балтийского моря и ее влияние на промысел. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.-248с.
- Карасева Е.М. Численность и типы пространственного распределения икры и личинок восточно-балтийской трески *Gadus morhua callarias* (Gadidae) в 1931–1996 гг. // Вопросы ихтиологии. 2013. Том 53 (2). С.189–199.
- Павлов Д.А. Стратегия размножения рыб и динамика популяций. Актуальные проблемы современной ихтиологии. М.: Тов. Научн.изд. КМК, 2010. С. .217–240.
- Соскин И.М. Многолетние изменения гидрологических характеристик Балтийского моря- Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 159с.
- Узарс Д.,В., Баранова Т.Д., Ипатов В.В. Особенности питания. Роста и созревания трески. В кн.: Основные тенденции эволюции экосистемы. 1989. Л.: Гидрометеиздат. С. 236–244.
- Шатуновский М.И., Рубан Г.И. О некоторых подходах к изучению воспроизводства рыб. Актуальные проблемы современной ихтиологии. М.: Тов. научн. изд. КМК, 2010. С. 241–261.
- Apstein C. Die Verbreitung der pelagischen Fisheir und Larven in der Beltsee and den angrenzenden Meeresteilen 1908/09. // Wiss. Meeresunters. 1911. N. F. Kiel, Bd. XIII 58p.
- CORE. Mechanisms influencing long term trends in reproductive success and recruitment of Baltic cod: implication for fisheries management (AIR2-CT94-1226). Baltic cod recruitment project. 1998. Final Report. Part 1. 504p.
- Karasiova E.M., Voss R. Long term dynamics in eastern Baltic cod spawning time: from small scale reversible changes to a resent drastic shift // ICES CM 29.
- Koester F.W., Hinrichsen H.–H., St. John et al. Developing Baltic cod recruitment models. II. Incorporation of environmental variability and

- species interaction // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2002. V. 59. P. 1908–1920.
- Matthäus W.* The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea – from the early beginning to recent results // Meereswiss. Ber. Warnemünde -2006 – № 65–73 p.
- Strodtmann S.* Laichen und Wandern der Ostseefische // Bericht.Wiss. Meeressunters. 1906. N.F. Abt. Helg. Bd. 14p.
- 
-

## РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ КРЫМА: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

**Е.П. Карпова, А.Р. Болтачев**

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь,  
Россия, karpova\_jeu@mail.ru*

Географическая обособленность, особенности климата и рельефа Крымского полуострова оказывают существенное влияние не только на формирование водного баланса региона, но и фауны водоемов, отличающейся сравнительно низким видовым разнообразием и высокой степенью эндемизма. Однако чрезвычайно интенсивная хозяйственная деятельность, направленная на преобразование и разноплановое использование гидрографической сети привела к коренным изменениям биоценозов внутренних водоемов полуострова, и процесс этот не прекращается и в настоящее время.

По сходству абиотических характеристик природные водотоки Крыма объединяют в 5 гидрографических районов (Олиферов, Тимченко, 2005):

Реки западной части северного макросклона Крымских гор, впадающие в Черное море (Альма, Кача, Бельбек, Черная, Западный Булганак);

Реки южного макросклона, впадающие в Черное море (Учан-Су, Дерейка, Авунда, Улу-Узень и многие другие);

Реки восточной части северного макросклона Крымских гор, впадающие в Сиваш (Салгир с притоками: Зуя, Бурульча, Бештерек, Биюк-Карасу), Индол, Восточный Булганак, Чорох-Су);

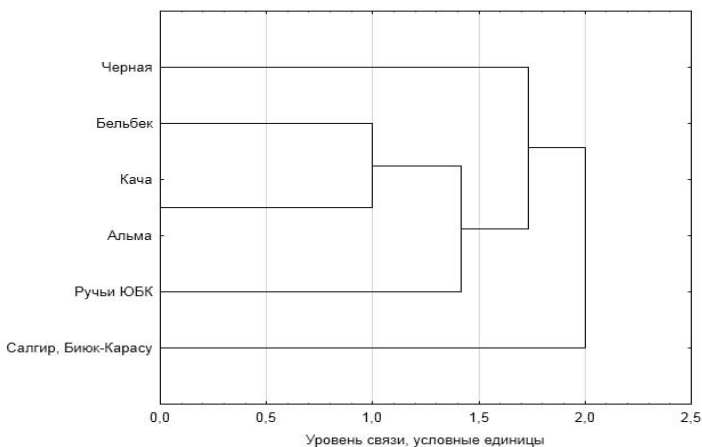
Балки и сухоречья равнинного Крыма (Чатырлык, Воронцовка, Самарчик, Зеленая, Стальная, Победная, Мироновка, Гвардейская, Суджилка).

Балки Керченского полуострова (Сухая, Самарли и река Мелек-Чесме).

Влагообеспеченность большей части территории Крыма весьма недостаточна, а гидрографическая сеть развита крайне неравномерно, в связи с чем для покрытия дефицита водоснабжения населенных пунктов и орошаемого земледелия к началу 60-х годов на реках полуострова было построено 8 крупных русловых водохранилищ и несколько сотен прудов. Однако, собственных водных ресурсов на полуострове по-прежнему не хватало, и был принят проект водоснабжения степной части Крыма водами Днепра за счет строительства Северо-Крымского канала (СКК), первая очередь которого была открыта в октябре 1963 г. В целом, к началу XXI века в Крыму было построено 23 крупных водохранилища, как русловых, так и наливных, а в процессе проведенной в 2003–2004 гг. инвентаризации установлено, что в АРК насчитывается 1554 пруда.

Площадь, занятая естественными водоемами (озерами, реками, родниками) составляет около 2.5 тыс. га, а искусственными (водохранилищами, прудами, каналами) – 221.3 тыс. га, т.е. превышает первые почти в 100 раз (Уст. Крым, 2003).

Начало ихтиофаунистических исследования в Крыму связано с именами таких известнейших ученых, как К.И. Габлиц; П.С. Паллас, К.Ф. Кесслер, которые описали непосредственно в реках Крымских гор около 10 аборигенных видов. По данным Я.Я. Цееба (1929) и С.Л. Делямуре (1964) в горной части рек практически повсеместно присутствовали лишь 2 вида – усач крымский *Barbus tauricus* и ручьевая форель *Salmo trutta labrax*. Южная быстрянка *Alburnoides bipunctatus fasciatus* обитала в реках западной части северного макросклона, голец усатый *Barbatula barbatula* и голянь речной *Phoxinus phoxinus*, напротив, только в реках восточной части северного макросклона. Из всех водоемов двух этих районов пескари присутствовали во всех реках, кроме Черной и Бельбека, а голавль *Squalius cephalus* – кроме реки Черной. Только в реках Салгир, Биюк-Карасу и Черная обитали шемая *Alburnus mentoides* и малый рыбец *Vimba vimba tenella*, в последней была также отмечена щиповка *Cobitis taurica*. Сходство и различие ихтиофаун основных рек Крыма отражено на рис. 1.



**Рис. 1.** Дендрограмма основных рек Крыма по степени сходства видового состава ихтиоценов

Помимо перечисленных видов, в нижней части р. Биюк-Карасу была зарегистрирована популяция солоноватоводного вида – бычка песочника *Neogobius fluviatilis*, вероятно, проникшего в пресные воды из Азовского моря. Наличие в некоторых водоемах карпа *Cyprinus carpio*,

обыкновенного *Carassius carassius* и серебряного *Carassius gibelio* карасей, а также орфы – цветовой морфы язя *Leuciscus idus*, связано с их преднамеренной акклиматизацией (Десямуре, 1964). По единственному экземпляру из сборов 1870 г. известен в ручьях южного берега Крыма обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* (Берг, 1949), однако, в дальнейшем его существование в реках полуострова не подтвердилось. Указанными видами исчерпывается список рыб, обитавших в пресных водоемах Крыма на начало 20 века. Следует отметить, что для аборигенных видов рыб Черноморско-Азовского бассейна характерна высокая степень морфологических отличий на межпопуляционном уровне, в том числе и в пределах различных рек самого Крыма, что привело к выделению отдельных популяций в ранг подвидов, либо валидных видов, и эта проблема до настоящего времени далеко не решена, но в настоящей работе она не рассматривается.

В первой половине XX века началось создание сети водохранилищ и прудов, сопровождавшееся их зарыблением ценными видами рыб под научным сопровождением высших учебных и профильных рыбохозяйственных организаций УССР а Крыма. В результате количество обитающих в Крыму видов значительно увеличилось и в работах Десямуре (1964, 1966) в списке рыб Крыма их указывается 32, 13 из которых были акклиматизированы целенаправленно (радужная форель *Oncorhynchus mykiss*, севанская форель *Salmo ischchan*, сиг чудской и лудога *Coregonus lavaretus*, ладожский рипус *Coregonus albula*, тарань *Rutilus rutilus*, лещ *Abramis brama*, белый амур *Ctenopharyngodon idella*, синец *Abramis ballerus*, чехонь *Pelecus cultratus*, толстолобик белый *Hypophthalmichthys molitrix*, окунь *Perca fluviatilis*, судак *Sander lucioperca* и гамбузия *Gambusia holbrooki*), а два щука *Esox lucius*, линь *Tinca tinca* вселились несанкционированно. Кроме того, в ряде водоемов был впервые обнаружен морской по своему генезису вид – трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus*.

В последующие почти 50 лет, несмотря на продолжающийся процесс активной интродукции, (преднамеренной, бракеражной) и самопроизвольного проникновения с последующей натурализацией через разветвленную систему СКК, новых для Крыма видов, комплексные ихтиофаунистические исследования на внутренних водоемах не проводились. Лишь в 2003 г. выходит обобщающая сводка А.И. Мирошниченко (2003), в которой в составе ихтиофауны Крыма указывается 55 таксонов (47 видов) и для 37 уточняется распределение в водоемах различного типа. Среди новых объектов аквакультуры им отмечаются пелядь *Coregonus peled*, большеротый буффало *Ictiobus cyprinellus*, густера *Abramis bjoerkna* и пиленгас *Liza haematocheila*. Три вида – сом европейский *Silurus glanis*,

белоглазка *Abramis sapa* и длиннохвостая книповичия *Knipowitschia longicaudata*, представлены случайными находками единичных особей, проникших в систему СКК, и еще 2 морских вида (игла пухлощекая *Syngnathus abaster* и бычок кругляк *Neogobius melanostomus* включены в список на основании находок в эстуарной зоне реки Черной. Остальные 6 новых видов представлены красноперкой *Scardinius erythrophthalmus* и преимущественно мелкими сорными рыбами: верховкой *Leucaspius delineatus*, горчаком *Rodeus amarus*, уклейкой *Alburnus alburnus*, малой южной колюшкой *Pungitius platygaster*, ершом обыкновенным *Gymnocephalus cernua*). В то же время автором делается вывод об исчезновении из ихтиофауны Крыма 3 видов (5 подвидов) сиговых и лососевых рыб, вселявшихся ранее в водохранилища, но не создавших самовоспроизводящиеся популяций, в результате чего общий список включал всего 44 вида. В последующие несколько лет еще несколько видов были зарегистрированы в пресных водоемах полуострова: солнечный окунь *Lepomis gibbosus* (Болтачев и др., 2003; Мирошниченко, 2004), амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Болтачев, Мовчан, 2005; Болтачев и др. 2006), пестрый толстолобик *Hypophthalmichthys nobilis*, бычки рыжик *Neogobius eurycephalus* и сирман *N. syrman* (Костюшин и др., 2005), а также обыкновенная щиповка *Cobitis taenia* (Culling et al, 2006).

С целью определения современного состояния ихтиофауны нами с 2006 г. проводятся мониторинговые исследования на большинстве основных внутренних водоемов полуострова (реках, водохранилищах и некоторых прудах). Облов рыбы осуществляется саком полукруглой формы площадью 1 м<sup>2</sup>, и волокушами, оснащенными хамсеросом с ячейей 6.5 мм, а также жаберными сетями с ячейей 10–20 мм, учебными орудиями лова. Кроме того, проводится анализ деятельности рыбохозяйственных аквакультурных организаций.

В ходе проведенных исследований впервые для Крыма нами были указаны 12 видов рыб. Два вида – стерлядь *Acipenser ruthenus* и веслонос североамериканский *Polyodon spathula* отмечены на основе официальной информации органов госрыбохраны от новых объектах аквакультуры, выращивание которых начато в отдельных прудовых хозяйствах. Остальные 10 зарегистрированы непосредственно нами во время экспедиционных работ. Их проникновение в естественные и искусственные водоемы полуострова, очевидно, произошло их Каховского водохранилища с днепровскими водами через гидросистему СКК: тюлька черноморско-каспийская *Clupeonella cultriventris*, канальный сомик *Ictalurus punctatus*, атерина черноморская *Atherina pontica*, перкарина черноморская *Percarina demidoffii*, ерш Балона *Gymnocephalus baloni*, пуголовка звездчатая *Benthophilus stellatus*, пуголовка Браунера *Benthophiloides brauneri*, бычки

кнут *Mesogobius batrachocephalus*, головач *Neogobius kessleri*, цуцик *Proterorhinus similunaris*.

В то же время, по нашим и литературным данным во внутренних водоемах полуострова не отмечается 27, из ранее указывавшихся, видов рыб, 16 из которых вселялись преднамеренно и 11 были известны по единичным или крайне редким находкам. Таким образом, современная ихтиофауна Крыма насчитывает примерно 40 видов.

К настоящему времени на полуострове сформировалось две резко различающиеся по своим абиотическим и биотическим характеристикам системы, мало связанные между собой. Одна из них – система СКК, состоящая из каналов различных уровней и заполняемых их водами прудов и наливных водохранилищ, населенная днепровской фауной. В каждом из таких водоемов присутствует обычно от 10 – 12 до 25 и более видов. Соотношение их численности значительно отличается как в различных водоемах, так и по годам, что видно на примере обловов, проводимых в нескольких различных водоемах (рис. 2а), либо в одном водоеме в разные годы (рис. 2б). Это свидетельствует о нестабильности таких систем и их постоянной зависимости от внешних факторов.

Другую систему образуют естественные водоемы с почти полностью (за исключением малого рыбца) сохранившимся комплексом аборигенных рыб, давление на которые чужеродные виды оказывают на участках лентических вод – в устьевых частях, отдельных участках нижнего течения, русловых водохранилищах. Их конкуренция и влияние могут быть весьма значительными, что можно видеть на примере участка нижнего течения одной из рек юго-западного Крыма (рис. 3).

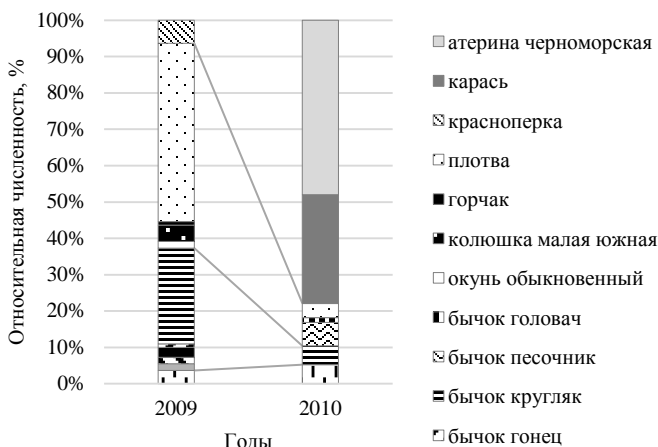
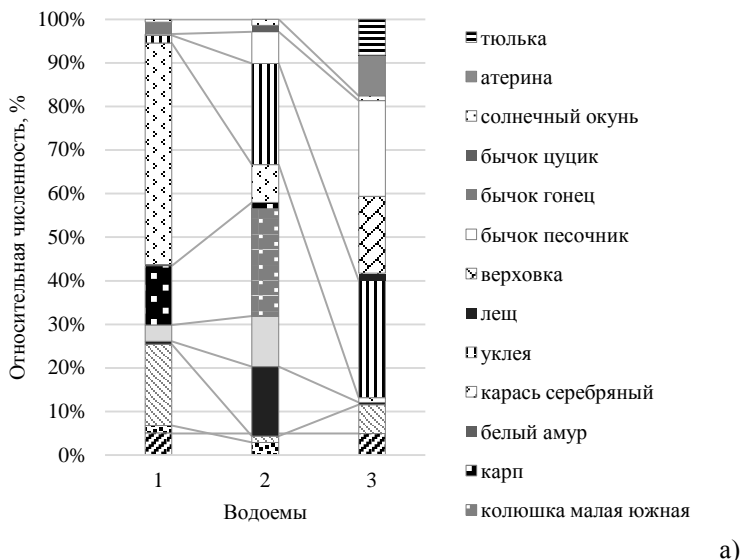
Что касается количественных показателей отдельных видов внутри групп вселенцев и аборигенных рыб в естественных крымских водоемах, то здесь также, как и в водоемах системы СКК наблюдаются резкие колебания численности среди разных видов вселенцев, в то время как для аборигенных видов характерна высокая степень постоянства численности и биомассы.

Характерной особенностью ихтиоценов верхней и средней части крымских рек, носящих, соответственно, горный и предгорный характер, является преобладание аборигенных видов рыб, в то время как чужеродные виды здесь встречаются единично, редко, за исключением обыкновенного и солнечного окуня, которые многочисленны в ряде участков, где наносит заметный ущерб аборигенной фауне.

В связи с прекращением подачи днепровской воды в систему СКК уже в июне 2014 г. отмечается элиминация ихтиоценов непосредственно в каналах и небольших водоемах этой гидросистемы и по мере увеличения дефицита воды, определяющего сокращение площади прудов и



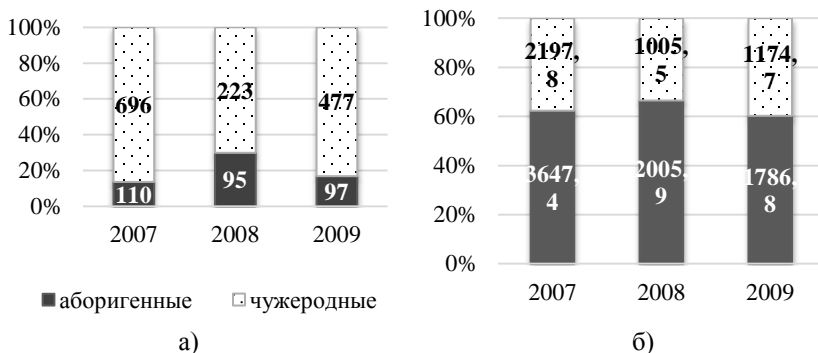
водохранилищ, эти процессы будут прогрессировать. В степной части восточного Крыма в небольших водоемах нами отмечены лишь экологически пластичные виды – серебряный карась, амурский чебачок, горчак и 3 вида бычков – кругляк, песочник и головач.



**Рис. 2.** Относительная численность различных видов рыб в уловах в различных водоемах (а), в водохранилище Фронтковском в разные годы

Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Том I | **265**

(б): 1 – пруд, Джанкойский р-н (2008 г.); 2 – канал, Красноперекопский р-н (2009 г.); 3 – водохранилище Ленинское (2010 г.)



**Рис. 3.** Соотношение в уловах аборигенных и чужеродных видов рыб в р. Альма (район с. Песчаное) по численности (а) и по массе (б)

Экстренных меры, предпринимаемые в настоящее время для обеспечения минимальных потребностей водопотребления степной зоной Крыма, связанные с переброской вод реки Биюк-Карасу после спуска в нее расположенных на ней русловых водохранилищ в систему СКК, могут оказать крайне негативные последствия на всю ихтиофауну рек, водохранилищ и других водоемов восточной части северного макросклона Крымских гор. При аналогичных обстоятельствах в реке Черной в 90-е годы XX века был полностью утрачена локальная популяция малого рыбака. Следует особенно отметить, что на протяжении последних примерно 10 лет отмечается устойчивая негативная тенденция уменьшения речного стока и наполнения за счет него водохранилищ и покрытие дефицита осуществлялось за счет увеличения объемов подачи днепровской воды на большую часть полуострова, вплоть до Севастополя. В настоящее время приходится прогнозировать уменьшение видового разнообразия и количественных показателей рыб внутренних водоемов как, в первую очередь, искусственного происхождения, так и естественного.

#### Список литературы.

Болтачев А.Р., Данилюк О.Н., Пахоруков Н.В. О вселении солнечной рыбы *Lepomis macrochirus* (Perciformes, Centrarchidae) во внутренние водоемы Крыма // Вопр. ихтиологии. – 2003. – 43, № 6. – С. 853 – 856.

- Болтачев А.Р., Данилюк О.Н., Пахоруков Н.П., Бондарев В.А. Распространение и некоторые особенности морфологии и биологии амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (Cypriniformes, Cyprinidae) в водоемах Крыма // Вopr. ихтиологии. – 2006. – 46, № 1. – С. 62–67.
- Болтачев А.Р., Мовчан Ю.В. О распространении чебачка амурского, *Pseudorasbora parva* (Cyprinidae, Cypriniformes), в водоемах Крыма // Вест. зоологии. – 2005. – 39, № 2. – С. 88.
- Делямуре С.Л. Рыбы пресных водоемов Крыма. – Симферополь: Крым, 1964. – 72 с.
- Делямуре С.Л. Рыбы пресных водоемов Крыма. – Симферополь: Крым, 1966. – 66 с.
- Костюшин В.А., Багрикова Н.А., Костин С.Ю., Демченко В.А. и др. Ирригационное земледелие и проблемы сохранения биологического разнообразия Джанкойского района Автономной Республики Крым. – Киев: Ин-т зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины, 2005. – 116 с.
- Мирошниченко А.И. Рыбы внутренних водоемов Крыма // Устойчивый Крым. Водные ресурсы / Ред. Тарасенко В.С. – Симферополь: Таврида, 2003. – С. 142–145.
- Мирошниченко А.И. Солнечная рыба *Lepomis gibbosus* (L., 1758) – новый вид для фауны Крыма // Вопросы развития Крыма. Вып. 15: Проблемы инвентаризации крымской биоты. Симферополь: Таврия-Плюс, 2004. – С. 182–185.
- Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озера Крыма. – Симферополь: Доля, 2005. – 216 с.
- Устойчивый Крым. Водные ресурсы / Под ред. Тарасенко В.С. – Симферополь: Таврида, 2003. – 413 с.
- Цеев Я.Я. Предварительные итоги изучения ихтиофауны Крымских рек. // Тр. Крым. НИИ. – 1929. – 2, Вып. 2. – С. 112–123.
- Culling M.A., Janko K., Boron A., Vasil'ev V.P., Cote I.M., Hewitt G.M. European colonization of the spined loach *Cobitis taenia* from Ponto-Caspian refugia based on mitochondrial DNA variation. *Molecular Ecology*. 2006. V. 15, p. 173–190.
-

## СТРАТЕГИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧАВЫЧИ *ONCORHYNCHUS TSHAWYTSCHA* НА ОКРАИНЕ АРЕАЛА НА ПРИМЕРЕ СТАДА Р. АПУКА (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

Н.В. Кловач, М.А. Седова, А.Н. Ельников

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии, Москва, Россия*  
klovachn@vniro.ru

Чавыча *Oncorhynchus tshawytscha* является одним из самых ценных и самым крупным представителем тихоокеанских лососей. В уловах встречаются особи массой 15—20 кг. Максимальная официально зарегистрированная масса азиатской чавычи составляет около 40 кг (Берг, 1948). В то же время это один из самых малочисленных видов. Чавыча в Азии воспроизводится на Камчатке, Чукотке, Южных Курильских островах, Командорских островах, на севере о. Хоккайдо. Однако промысловое значение она имеет только на Камчатке. В Северной Америке запасы чавычи значительно превосходят запасы азиатской чавычи (Healey, 1991). По сравнению с другими видами лососей чавыча имеет наиболее ограниченный нерестовый фонд. Даже в центре ее обилия в азиатской части ареала – на Камчатке, она осваивает менее 1% лососевого нерестового фонда (Остроумов, 1975).

Важнейшей рекой в отношении воспроизводства чавычи на Камчатке и в целом на Азиатском побережье, является р. Камчатка. Вторым по значимости районом воспроизводства чавычи на Камчатке являются несколько рек северо-восточного побережья полуострова, впадающих в Олюторский залив Берингова моря, крупнейшей из которых является р. Апука. На Чукотке чавыча крайне малочисленна и промыслового значения не имеет. Таким образом, реки, впадающие в Олюторский залив Берингова моря являются периферией воспроизводственного ареала азиатской чавычи.

Хорошо известно, что популяции лососей, обитающие на периферии ареала, наиболее подвержены влиянию различных абиотических и биотических факторов среды, вследствие чего в пограничной зоне идет постоянное соревнование между репродуктивной способностью и смертностью, вызываемой неблагоприятными условиями.

Выживанию популяций способствуют различные репродуктивные стратегии, включающие возраст первого полового созревания, размеры рыб при созревании, плодовитость, величина икринок, время нереста, поведение и т.д., варьирующие в зависимости от конкретных окружающих условий (Wootton, 1984).

Одну из стратегий воспроизводства чавычи мы обнаружили, исследуя структуру стад тихоокеанских лососей, воспроизводящихся в р. Апука в 2007–2012 гг.

Река Апука берет свое начало на восточном склоне Пахачинского хребта и образуется в результате слияния рр. Ачайваам и Апукваам. Русло реки сильно извилистое, его протяженность составляет 296 км, у нее 322 притока. Питание реки происходит за счет таяния снега и льда, атмосферных осадков и грунтовых вод. В бассейне этой реки более 5000 озер, крупнейшее из которых Ватыт-Гытхын расположено в нижнем течении р. Апука, где она протекает по широкой низменной долине и перед впадением в море образует лагуну, отделенную от моря низкой песчано-галечной косой. Площадь водосбора реки составляет 13600 км<sup>2</sup> (Ресурсы..., 1966, 1973).

Многообразие рельефа в бассейне реки создает необходимые условия для нереста различных видов тихоокеанских лососей. В эту реку заходят на нерест нерка *O. nerka*, чавыча *O. tshawytscha*, кета *O. keta*, горбуша *O. gorbusha*, кижуч *O. kisutch* и голец *Salvelinus malma*.

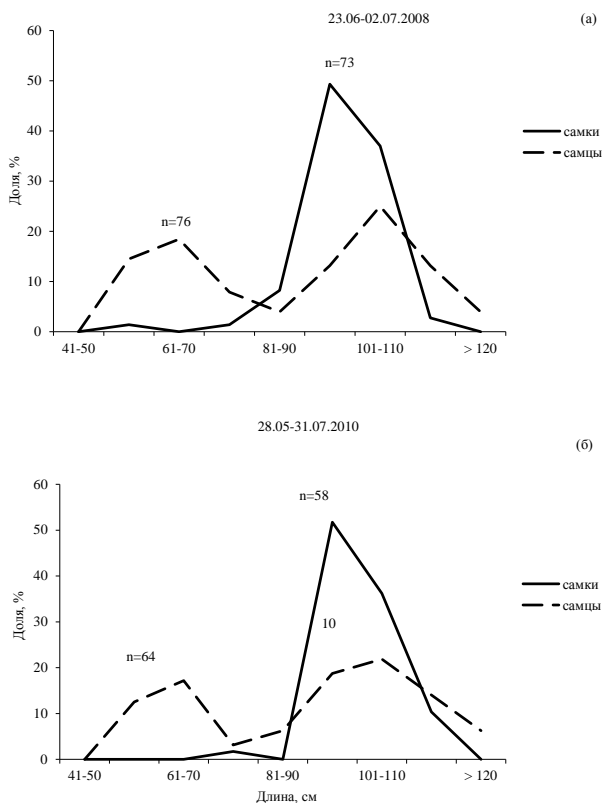
Наши исследования динамики биологических характеристик производителей чавычи р. Апука в 2007–2011 гг. позволили установить, что средние показатели длины и массы, ГСИ производителей чавычи, а также пределы их варьирования заметно различались от года к году. Межгодовая изменчивость длины и массы обусловлена меняющимся возрастным составом производителей в подходах разных лет.

Он варьировал от 2+ (1.1+) до 7+ (1.6+) лет. Во все годы наблюдений основными возрастными группами среди самок чавычи в подходах были особи возрастом 1.4+ и 1.3+, а среди самцов особи возрастом 1.2+, 1.3+, 1.4+. Двух (1.1+) и семи годовалых (1.6+) рыб было очень мало. Они были представлены исключительно самцами. В нерестовых подходах чавычи р. Апука в разные годы были самки 2–8 и самцы 4–11 возрастных групп. Во все годы абсолютно преобладали рыбы, скатившиеся в море в возрасте 1+ (Кловач и др., 2011).

Среди самцов чавычи р. Апука во все годы наблюдений многочисленными были особи в возрасте 1.2+ с длиной тела менее 70 см. Так, в 2008 г. их доля в уловах составляла 42.9%, в 2010 г. – 35.6%. В 2011 г. в стаде чавычи р. Апука доля мелких самцов была меньше, чем в предыдущие 2 года. В то же время, в нерестовых подходах в 2011 г. была более многочисленна, чем в предыдущие годы, группа самых мелких самцов возрастом 1.1+, длиной менее 50 см и массой 1 кг.

Столь высокая доля мелких рыб и почти полное отсутствие самцов длиной 71–90 см в подходах 2008, 2010 и 2011 гг. обусловили биомодальность кривых распределения самцов чавычи по длине, которая

свидетельствует о неоднородности стада чавычи р. Алука (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение по длине самок (сплошная линия) и самцов (пунктирная линия) чавычи р. Алука в 2008 (а) и 2010 (б) годах.

Такая высокая доля трехгодовалых самцов в подходах никогда ранее не отмечалась для чавычи Камчатского полуострова. Так, у чавычи р. Камчатка распределение по длине близко к нормальному. При этом, производители, прожившие в море 2 года, как правило, не многочисленны (Виленская и др., 2000).

Следует отметить, что у мелких (длиной менее 70 см) рано созревающих (в подавляющем большинстве случаев в возрасте 1.2+) самцов ГСИ оказался в среднем выше, чем у крупных особей.

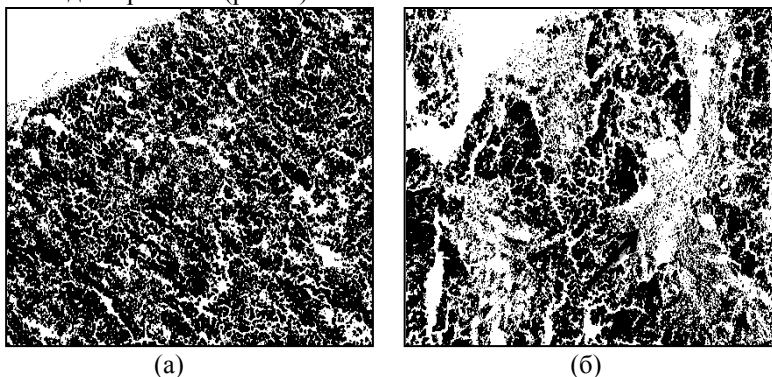
Так, в 2008 г. среднее значение ГСИ мелких самцов составило  $9.04\% \pm 0.16$  ( $n=171$ ), а крупных –  $6.25\% \pm 0.12$  ( $n=168$ ). В 2010 г. ГСИ у мелких самцов составил  $9.90\% \pm 0.41$  ( $n=43$ ); у крупных –  $6.33\% \pm 0.19$

( $n=69$ ). Различия средних значений ГСИ мелких и крупных самцов оказались достоверными (при  $p \leq 0.01$ ) (Кловач и др., 2011).

Разница в значениях ГСИ самцов разного размера и возраста, по нашему мнению, может быть обусловлена как различиями в степени развития семенников, так и результатом методики определения ГСИ. Поскольку последний есть частное от деления массы семенников на массу тела без внутренностей, можно предположить, что при одинаковой степени развития гонад, его значение окажется больше у мелких особей. Действительно, при визуальном определении стадии зрелости гонад оказалось, что большинство крупных самцов имели семенники III-IV стадии зрелости, в то время как у мелких гонады находились на III стадии зрелости. Для более точного суждения о наличии или отсутствии различий в степени зрелости семенников самцов разного размера и возраста мы в 2011 году собрали образцы семенников крупных (длиной более 70 см) и мелких самцов (длиной менее 70 см) и провели гистологический анализ.

Гистологическую обработку семенников чавычи и визуализацию изображений проводили в соответствии с используемыми нами методами (Микодина и др., 2009).

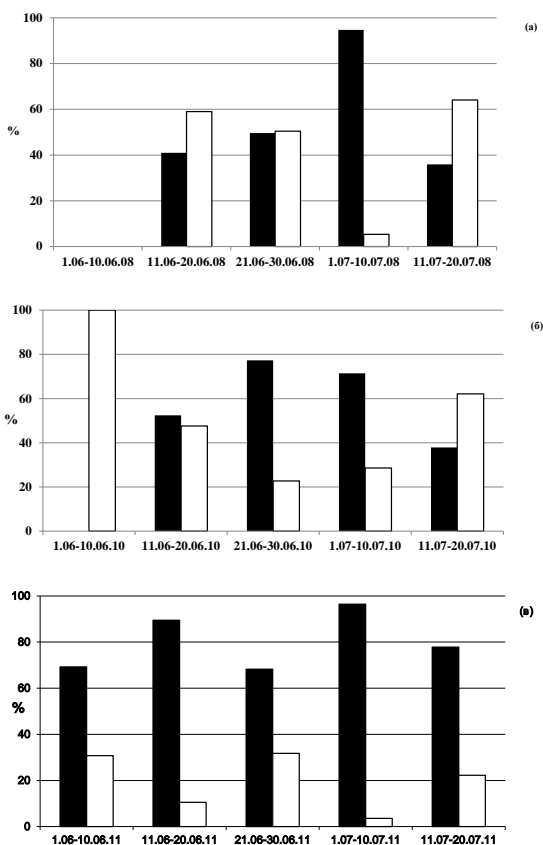
Анализ гистологических препаратов позволил установить, что в гонадах мелких самцов чавычи, имеющих высокий ГСИ, цисты заполнены сперматидами. Это указывает, что семенники этих особей находятся на III-IV стадии зрелости. Гонады более крупных особей, ГСИ которых достоверно ниже, содержат, кроме сперматид, зрелые сперматозоиды, т.е. функционально семенники более зрелые и находятся на IV стадии зрелости (рис. 2).



**Рис. 2.** Состояние семенников мелких и крупных особей чавычи, мигрировавших на нерест в р. Апука в 2011 г.: (а) – мелкие особи длиной менее 70 см, III-IV стадия зрелости, цисты со сперматидами; (б) – крупные особи длиной более 70 см, IV стадия зрелости, сперматозоиды указаны стрелкой, ув. 10×40.

Таким образом, мелкие самцы чавычи входят в реку с менее зрелыми гонадами, чем крупные особи. Это свидетельствует о том, что мелкие самцы будут нереститься позже крупных, по-видимому, на нерестилищах, расположенных на большем удалении от устья р. Апука, чем нерестовые участки крупных особей.

Мы уже отмечали выше, что доля мелких рано созревающих самцов изменялась от года к году. Однако в период наблюдений она была наибольшей в начале нерестового хода ранней сезонной расы чавычи – в первой декаде июня (рис. 3) и в последней декаде июля в период нерестового хода поздней расы. Такая структура нерестового хода чавычи позволяет ей максимально использовать нерестовый фонд бассейна р. Апука.



**Рис. 3.** Сезонная динамика доли мелких длиной  $\leq 70$  см (белые столбцы) и



крупных длиной >70 см (черные столбцы) самцов чавычи в р. Апука

Ранее было установлено, что чавыча по сравнению с другими лососями нерестится, как правило, на более глубоких местах, при большей скорости течений и на грунте, обычно состоящем из более крупных размерных фракций. В то же время, она может размножаться и на мелком рыхлом грунте, а также в затонах, плёсах, мелководьях под берегами, где почти нет течений (Базаркин, 1990; Вронский, Леман, 1991; Черешнев и др., 2002). Мы полагаем, что в р. Апука мелкие особи чавычи нерестятся в мелководных притоках, мелководьях под берегами и других местах с меньшей скоростью течений, чем в основном русле.

На наш взгляд, наличие скороспелых особей в популяции подтверждает явление внутривидового разнообразия, свойственного лососевым, что позволяет им в зависимости от условий среды, реализовывать ту или иную стратегию воспроизводства (Глубоковский, 1995; Иванков, 2001; Павлов и др., 2001).

### Список литературы

- Базаркин В.Н. Воспроизводство и динамика численности нерки озера Азабачьего в связи с условиями среды на нерестилищах. Автореф. дис... канд. биол. наук. Владивосток: ДВО АН СССР. 1990. 26 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.: АН СССР, 1948. Т. 1. 446 с.
- Виленская Н.И., Вронский Б.Б., Маркевич Н.Б. Характеристика нерестовых подходов и биологической структуры стада чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* реки Камчатка // Иссл. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана. Вып. 5. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатн. Двор, 2000. С. 56–67.
- Вронский Б.Б., Леман В.Н. Нерестовые станции, гидрологический режим и выживание потомства в гнездах чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) в бассейне Камчатки // Вопр. ихтиологии, 1991. Т. 31. Вып. 2. С. 282–291.
- Глубоковский М.К. Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука, 1995. 345 с.
- Иванков В.Н. Репродуктивная биология рыб. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2001. 223 с.
- Кловач Н.В., Ельников А.Н., Рой В.И. Характеристика нерестового стада чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* р. Апука (северо-восточная Камчатка) // Вопр. ихтиологии, 2011. Т. 51. №6. С. 791–801.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 112 с.

- Остроумов А.Г.* Нерестовый фонд и состояние запасов дальневосточных лососей в водоёмах п-ова Камчатка и Корякского нагорья в 1957–1971 гг. (по материалам авиаучетов и аэрофотосъемок) // Тр. ВНИРО, 1975. Т. 106. С. 129–139.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А., Кузицин К.В., Груздева М.А., Павлов С.Д., Медников Б.М., Максимов С.В.* Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. Москва: Научный Мир, 2001. 200 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 20. Камчатка. Гидрометеорологическое изд-во: Ленинград. 1966. 258 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Камчатка. Гидрометеиздат. Ленинград. 1973. 367 с.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В.* Лососевидные рыбы Северо-Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2002. 496 с.
- Healey M.C.* Life History of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Pacific Salmon Life Histories. Vancouver: UBC Press Univ. of British Columbia, 1991. P. 313–392.
- Wootton R.Y.* 1984. Introduction: Strategies and tactics in fish reproduction. // «Fish reproduction: strategies and tactics». G.W.Potts, R.Y.Wootton – eds. Acad. press Inc. Lond. Ltd. P. 1–12.
- 
-

## **ПРИЧИНЫ ПАДЕНИЯ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ ВОДОЕМАХ ХМАО – ЮГРА И ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЫБОЙ МЕСТНОЕ НАСЕЛЕНИЕ**

**В.И. Козлов, А.В. Козлов**  
*МГУТУ, ribovodstvo@mail.ru*

По заданию правительства Югры нами в 2013 году разрабатывалась Программа обеспечения населения региона рыбной продукцией для основания вложения средств в рыбную отрасль. Произведен анализ состояния рыбных запасов, возможность их восстановления за счет искусственного воспроизводства с учетом промвозврата, а также инновационный путь развития аквакультуры (Козлов 2014)

Ученые, занимающиеся анализом состояния запасов рыб Западной Сибири, еще 10 лет назад указывали, что наступила угроза потери промысловых стад нельмы, муксуна, омуля, чира, а также ленского осетра и стерляди (Литвиненко, Крохалевский и др., 2002; Кудерский, 2002; Мухачев, 2003). В настоящее время ситуация еще более ухудшилась, особенно это ощущается в периоды засухи, когда с понижением уровня воды в озерах на 1–1.5 м (2009–2010 гг) уловы пеляди и других сиговых не превышали 5 тыс. тонн, хотя 7–8 лет назад до того они приближались к 8–9 тыс. тонн (Мухачев, 2012, личное сообщение). Общие уловы рыбы в ХМАО в последние годы составляли 9–10 тыс. тонн, что в 2–3 раза меньше, чем 10–15 лет назад.

В 80-е годы прошлого века выпуск личинок ценных видов рыб – пеляди и сибирской ряпушки в бас.Оби достигал 1 млрд.шт. и более, однако в конце концов перед отраслью стала проблема нехватки производителей для работы рыбоводных заводов. Эта проблема стоит не только в Западной Сибири с сиговыми, но на Каспии и Азове с осетровыми, а на Северо-Западе – с семгой. На Югорском рыбноводном заводе начато формирование собственных ремонтно-маточных стад. Уже имеется некоторое количество ценных видов – стерляди, муксуна и других. Руководство завода и Департамент природных ресурсов и несырьевого сектора экономики Правительства Югры видят основную роль завода в производстве личинок для зарыбления в естественные водоемы. В год 100-летия сиговодства нами ставится вопрос об эффективности выпуска личинок и молоди, в частности сиговых и осетровых, в естественные водоемы Сибири с низким промысловым возвратом, тем более полученных от сформировавшихся на заводе производителей. Простые экономические расчеты показывают, что в случае выращивания той же молоди до товарной массы в управляемых условиях озер, сетчатых садков, а также в бассейнах с обеспечением их

подогретой водой в холодное время года упущенная выгода в 4–5 раз больше относительно прибыли от полученных в промысле выпущенных личинок в естественные водоемы.

Величина промвозврата, при котором выгодно вести пастбищную аквакультуру, должна составлять не менее 30%. Существующие Временные нормативы Госкомрыболовства России предполагают промысловый возврат от личинок и молоди рыб, выращенных на заводах Сибири от 0.18 до 8%, а для некоторых рыб он до сих пор не известен даже теоретически

По расчетам СибрыбНИИпроекта в Обь ежегодно необходимо выпускать 100 млн. шт. молоди пеляди и 20 млн. шт. муксуна. Для этого требуется заготовить 400 млн. икринок пеляди и 100 млн. икринок муксуна. Реализация этой программы позволит получать при 3% возврате 900 тонн муксуна и 1200 тонн пеляди (Литвиненко, Крохалевский и др., 2000). При выращивании из указанного количества молоди товарной рыбы в бассейнах и садках можно произвести в 4–5 раз больше. Что касается цены на товарную рыбу, то она будет не выше настоящих цен промысловых рыб на рынке.

С 1999 года выпуск личинок в бассейн Оби в среднем превышал четверть миллиона штук, в основном пеляди и муксуна. Однако статистика уловов этих рыб показывала устойчивое снижение.

Для обеспечения населения рыбой, когда ее еще добывают 9–10 тыс. тонн, необходимо дополнительно выращивать 20 тыс. тонн объектов аквакультуры.

В связи с существующей тенденцией снижения запасов местных рыб и возможности заполнения рынка рыбопродукцией из других стран, нами рассматривается инновационный сценарий развития аквакультуры.

Освоение озер. В озерах южнее параллели столицы округа возможно производить не менее 10 тыс. тонн рыбы в год. При рыбопродуктивности подготовленных для зарыбления и хорошо облавливаемых водоемов не менее 90–110 кг/га по технологии И.С. Мухачева (2013) потребуется использовать всего 100 тыс. га из рекомендуемых для рыбоводного производства около 400 тыс. га. При меньшей рыбопродуктивности, как показывают расчеты, промышленный вылов рыбы средней ценности экономически не выгодно.

Садковое рыбоводство. Не менее 5 тыс. тонн можно вырастить ценной рыбы в садках, установленных в материковых глубоких озерах юга округа. Расчеты показывают, что в садках глубиной 3 м можно вырастить 30 кг на квадратный метр рыбы. Следовательно, для 5 тыс. тонн необходимо иметь площадь садковых линий такой глубины 167 тыс. квадратных метров. Если каждое хозяйство по аналогии с Карельским

опытом будет производить 400–800 тонн, потребуется организовать 8–10 хозяйств. В Карелии в 2007 году функционировало 46 рыбоводных садковых хозяйств общей мощностью 10 тыс. тонн (Рыжков, Кучко, 2008). Однако фермерские хозяйства могут быть небольшой мощности – 20–50 тонн ценной рыбы. Необходимо учитывать, что посадочный материал для садков в условиях короткого вегетационного периода должен составлять не менее 100–200 г. Его производство возможно в УЗВ.

Производство рыбы на теплых водах и в УЗВ. Около 5 тыс. тонн товарной рыбы и около 3 тыс. тонн малька потребуется производить в регулируемых условиях температуры воды, то есть в бассейнах. УЗВ рекомендуется размещать в первую очередь в существующих свободных помещениях, где имеется тепло, вода, газ, электричество. Прежде всего это помещения, примыкающие к котельным, очистным сооружениям, подвалы офисов и школ, шахты и т.д. Использовать по максимуму теплые воды ТЭЦ и геотермальные источники региона. Оптимальные окупаемые УЗВ имеют мощность от 45 тонн (по форели) до 800 тонн по карпу (Жигин, 2011).

Финансовое обеспечение Программы. При стагнации в подотрасли аквакультура в стране ожидать финансовой поддержки от Росрыбхоза не приходится. Однако Ханты-Мансийское АО находится в относительно выгодных условиях по возможности финансирования программы по аквакультуре за счет экологического фонда – отчислений предприятиями, добывающими полезные ископаемые в регионе, в объеме 30 млрд. руб. (Алексеев, 2013). По примеру Норвегии, где, используя подобный фонд, возникла марикультура – 600 хозяйств выращивают 980 тыс. тонн семги, в ХМАО, при частичном использовании средств экологического фонда, могут развиваться аквакультура и сопровождающие структуры – наука, кормопроизводство, подготовка кадров, переработка рыбы и т.д.

### Список литературы

- Алексеев В. К нам заглянул олень/ Новости Югры, 18 июля 2013 г, № 80 (18658)
- Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре. М: РГАУ-МСХА, 2011. 665 с.
- Козлов В.И. Экспертная оценка состояния аквакультуры в Ханты-Мансийском АО ТюмГУ Тюмень 2014 С. 63–70.
- Кудерский Л.А. Состояние уловов и воспроизводства сиговых рыб в водоемах России/ Состоян.и прспект. искусств. воспроизвод. полупрох. рыб в Обь-Иртышском бас. Вопр. рыбол. Прил. 2. Матер. совещ. 15–19 окт. 2001 г. М. 2002. С. 87–100.

- Литвиненко А.И., Крохалевский В.Р., Андриенко Е.К., Давыденко С.П.* Состояние и перспективы искусственного воспроизводства полупроходных рыб в Обь-Иртышском бассейне. *Вопр. рыбол. Прил.* 2. Матер. совещ. 15–19 окт. 2001 г. М. 2002. С. 100–103.
- Мухачев И.С.* Биотехника ускоренного воспроизводства товарной пеляди. Тюмень. ФГУИПП «Тюмень». 2003. 176 с.
- Озерное товарное рыбоводство. Учебник. Спб, Москва-Краснодар, Лань. 2013. 395 с.
- Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю.* Садковое рыбоводство. Петрозаводск. ПетрГУ. 2008. 164 с.
- Салазкин А.А.* Основные направления рационального использования озер Ханты-Мансийского национального округа// Биол.основы рыбоз.использ.озерных систем Сибири и Урала. Тюмень: СибНИИРХ, 1971. С. 27–57.
- 
-

## ПИТАНИЕ МОЛОДИ ВОБЛЫ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ СТОКА Р. ВОЛГИ

**Е.В. Козырева**

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

Подрастающая молодь (годовики, сеголетки) одного из промысловых видов рыб – воблы – наиболее многочисленный вид в ихтиофауне Северного Каспия. Колебания солености воды, вызванные изменениями волжского стока, в дальнейшем отражаются на численности популяции и влияют на промысловый запас рыб.

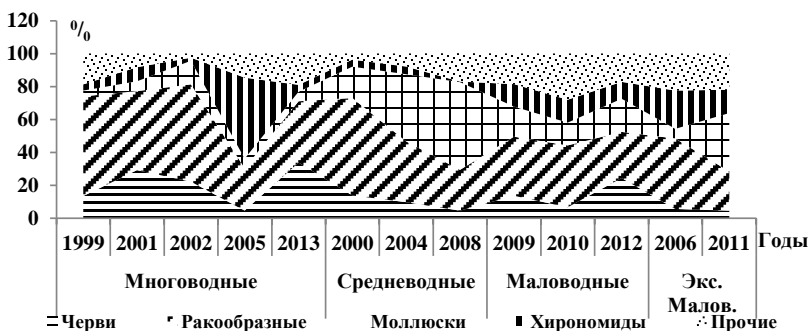
Задача наших исследований состояла в том, чтобы выявить особенности питания годовиков и сеголеток воблы в западной части Северного Каспия при разном уровне стока р. Волги в различные годы.

Основой для данной работы послужил многолетний материал по питанию молоди воблы, собранный в западной части Северного Каспия в 1998-2013 гг. Материал собирался в течение двух сезонов (лето, осень). В летний период молодь воблы была представлена годовиками, в осенний период – сеголетками. Всего проанализировано 2297 экз. годовиков и 5407 экз. сеголеток.

Сбор материала производился активными орудиями лова (15- футовый трал) и фиксировался 10 % формалином. Обработка материала проводилась в лабораторных условиях по общепринятой методике [1].

Результаты исследований показали, что пищевой рацион молоди воблы (годовиков и сеголеток) в исследуемые годы на северо-каспийских пастбищах весьма разнообразен и представлен ракообразными из отрядов Cumacea, Amphipoda (Gammaridae, Corophiidae), Cirripedia (*Balanus improvisus*), Mysidacea и Decapoda (*Rhithropanopeus harrisi*). В составе пищи встречались также зоопланктонные ракообразные в виде ракушковых (Ostracoda), веслоногих (Copepoda) и ветвистоусых (Cladocera) рачков. Черви состояли из многощетинковых полихет семейств Nereidae (*Hediste diversicolor*) и Amparetidae, а также малощетинковых – Oligochaeta. Моллюски были представлены слабосоленоватоводным (*Dreissena sp.*, *Adacna glabra*), солоноватоводным (*Adacna polymorpha* и *Didacna sp.*) и морским (*Mytilaster lineatus*, *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*) комплексами. В составе пищи отмечались личинки насекомых (хируномиды), а также компоненты, сопутствующие в питании бентосоядных рыб (икра рыб, гидроиды, грунт, водоросли, высшая водная растительность и растительный детрит).

Главными кормовыми объектами годовиков в течение всех лет наблюдений (1999–2013 гг.) были ракообразные (*Сumasea* и *Amphipoda* – *Gammaridae*), процент содержания которых изменялся от 24,7 до 60,5 %. Исключение составляли средневодные (2004 и 2008) и экстремально маловодные (2011) годы, когда годовики откармливались на моллюсках (*Mytilaster lineatus* и *Dreissena sp.*). Потреблялись моллюски с ракообразными почти в равной степени (40,8, 53,4, 35,5 и 36,8, 24,7 и 23.7% от массы пищевого комка соответственно) (рис. 1).



**Рис. 1.** Многолетние изменения состава пищи годовиков воблы в западной части Северного Каспия в 1999–2013 гг. (% от массы) (2008–2011 гг. данные лаборатории гидробиологии КаспНИРХа)

Хирономиды наибольшую значимость имели для годовиков воблы в экстремально многоводный 2005 год (49.1 %). Наибольший процент изъятия червей (*Hediste diversicolor*) приходился на многоводный 2013 г. (33.8 %).

Интенсивность потребления годовиками воблы корма в разные годы с различными уровнями стока р. Волга была неравнозначна и непостоянна (рис. 2).

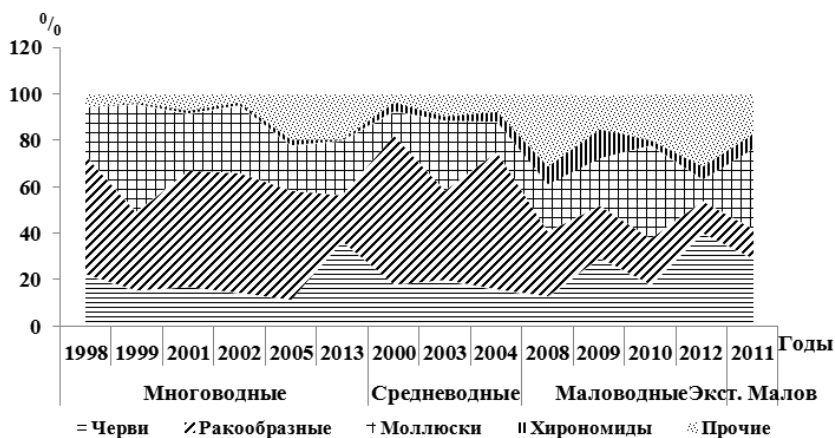




**Рис. 2.** Изменения общего индекса наполнения кишечника годовиков воблы (‰) в годы с различным объемом половодья (км³) (данные лаборатории водных проблем и токсикологии КаспНИРХа) в западной части Северного Каспия

Общие индексы наполнения кишечника годовиков воблы в исследуемые многоводные годы были сравнительно высокими и варьировали от 65.1‰ до 97.8‰. Максимальные его величины отмечены в 2002 и 2013 гг. (97.8 и 88.5‰ соответственно). Показатели накормленности годовиков в средневодные годы характеризовались невысокими величинами (39.9 и 56.6‰ соответственно). Исключением являлся 2008 год, где его величина была приближена к оптимальному показателю (99.1‰). Маловодные и экстремально-маловодные годы характеризовались сравнительно высокими показателями, которые варьировали от 79.2 до 114‰. Максимальный отмечался в 2011 г. (167‰).

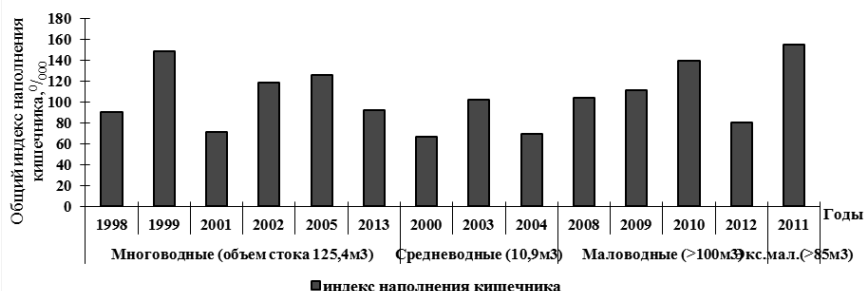
Главным кормом сеголеток воблы в течение всех лет наблюдений (1998–2013 гг.) служили ракообразные. Процент их потребления варьировал от 12.8 до 64.3%. Исключение составляли многоводный 1999, маловодный 2010 и экстремально-маловодный 2011 года, когда в рационе рыб доминировали моллюски (46.5, 40.2 и 34.9% соответственно), в основном средиземноморский вселенец *Abra ovata*. Второстепенной пищей молоди в течение всех лет служили черви (11.4–39.9%), представленные *Hediste diversicolor* (рис. 3).



**Рис. 3.** Многолетние изменения состава пищи сеголеток воблы в западной части Северного Каспия (% от массы)

Сеголетки воблы из ракообразных с наибольшей интенсивностью избирали ракушковых рачков (*Ostracoda*). Дополняли их рацион высшие донные ракообразные из отрядов *Amphipoda* (*Gammaridae*). Наибольшее потребление ракушковых рачков отмечалось в 2002, 2005 (многоводные) и в 2000, 2004 гг. (средневодные), высших ракообразных – в 1999 (многоводный) и 2004 гг. (средневодный). Черви, представленные в основном многощетинковой полихетой *Hediste diversicolor*, активно выедались молодью в многоводном 2013 г. и в экстремально маловодном 2012 г. Из моллюсков сеголетки воблы активно потребляли *Mytilaster lineatus*, *Abra ovata* и *Adacna polymorpha*. Моллюсками *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata* молодь воблы питалась практически с одинаковой интенсивностью в течение всех лет наблюдений, а моллюском *Adacna polymorpha* – лишь в многоводные годы (1998, 2002).

Интенсивность потребления сеголетками корма в разные годы была неравнозначна и не отличалась стабильностью (рис. 4).



**Рис. 4.** Изменения общего индекса наполнения сеголеток воблы ( $^{\circ}/_{000}$ ) в годы с различным объемом половодья ( $\text{км}^3$ ) в западной части Северного Каспия

Общие индексы наполнения кишечника сеголеток воблы в многоводные годы исследования находились на одном уровне и не превышали  $92.4^{\circ}/_{000}$ . Максимальные индексы отмечены в 1999 и 2013 гг. ( $149$  и  $126^{\circ}/_{000}$  соответственно). В средневодные годы наибольший показатель накормленности рыб отмечен в 2003 и 2008 гг. ( $102$  и  $104^{\circ}/_{000}$  соответственно). Интенсивность питания в маловодные годы характеризовалась сравнительно высокими величинами и варьировала от  $80.6$  до  $140^{\circ}/_{000}$ . Наибольшая величина общего индекса наполнения кишечника отмечалась в 1999, 2005, 2011 гг. ( $149$ ,  $126$ , и  $155^{\circ}/_{000}$ ).

Результаты исследования за период 1998–2013 гг. показали, что молодь воблы (годовики и сеголетки) на пастбищах западной части Северного Каспия питалась традиционными, излюбленными высококалорийными кормами (ракообразными, червями, моллюсками и в меньшей степени хирономидами). Годовики воблы из группы ракообразных потребляли преимущественно представителей отряда Cumacea и Amphipoda (Gammaridae), сеголетки – ракушковых рачков (Ostracoda). Из червей в рационе годовиков и сеголеток превалировала преимущественно многощетинковая полихета *Hediste diversicolor*, из моллюсков – *Dreissena sp.*, *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*. Сопоставляя полученные данные с результатами разной водности реки Волги, выявлено, что качественная структура питания молоди воблы не изменилась. Различия отмечались в количественных показателях, а именно: в исследуемые годы в составе пищи годовиков из группы ракообразных уменьшилось значение представителей сем. Corophiidae, из группы червей – многощетинковых полихет сем. Ampharetidae. Сеголетки в меньшем количестве потребляли в пищу высших ракообразных за счет выедаемости их другими бентосоядными рыбами. В их рационе по

видовому составу возросло количество моллюсков и хирономид. Интенсивность потребления корма молодью в исследованные годы не отличалась стабильностью. Показатели накормленности рыб характеризовались относительно высокими величинами. Наибольший индекс наполнения кишечника у годовиков воблы отмечался в 2002 (многоводный), 2008 (средневодный) и в 2010–2011 гг. (маловодные), у сеголеток воблы – в 1999 и 2002 гг. (многоводные) и в 2010–2011 гг. (маловодные). В целом условия нагула молоди воблы в этих условиях можно считать удовлетворительными.

### **Список литературы**

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях – М. наука, 1974 г. 253 с.

---

---

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ СОМА ПРЕСНОВОДНОГО В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ И СЕВЕРО-КАСПИЙСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПОДРАЙОНЕ

Г. Г. Колосюк, В.Н. Ткач

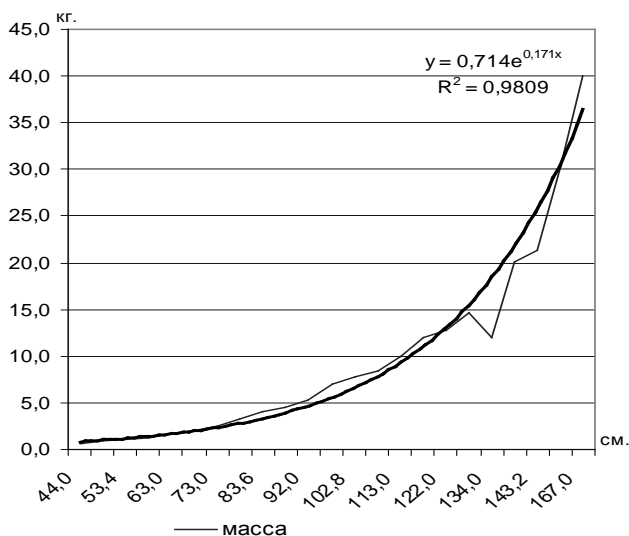
*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
(ФГУП « КаспНИРХ»), kaspriy-info@mail.ru*

Сом пресноводный (*Silurus glanis*) в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне является одним из важных объектов промысла. Это ценная промысловая рыба, пользующаяся большим спросом на потребительском рынке. В группе пресноводных видов рыб этого района на его долю приходится до 20% от общего улова. Сом широко распространен в дельте р. Волги, Волго-Ахтубинской пойме, но максимальные его концентрации наблюдаются на акватории авандельты р. Волги и распресненных, мелководных, участках моря.

До зарегулирования р. Волги основным районом обитания популяции сома являлась р. Волга с её водотоками и дельта, где проводились исследования по темпу линейно-весового роста сома [1]. После зарегулирования стока реки Волги основная часть популяции сома переместилась в предустьевое пространство (авандельту), где сложились благоприятные условия для его обитания. Перемещение популяции сома в авандельту привело к изменениям в темпе линейно-весового роста сома. Впервые это было отмечено Орловой Э.Л. (1987) [2].

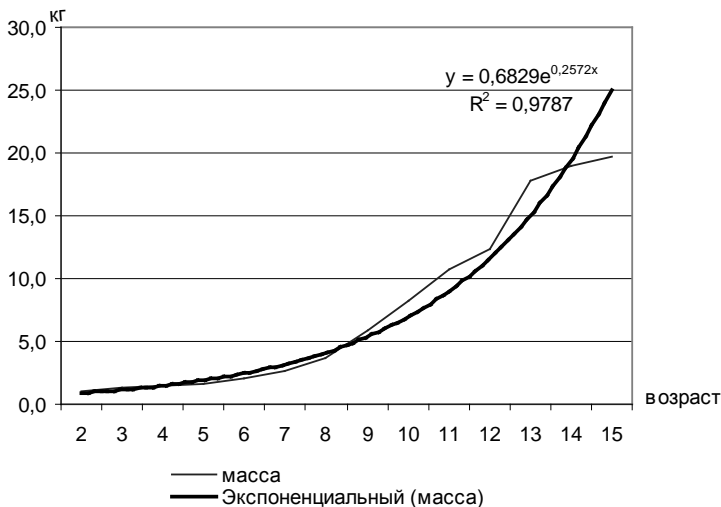
Настоящая работа ставит задачей исследовать процесс линейно-весового роста сома в современный период. В исследованиях использованы как архивные материалы лаборатории (1989–1992 гг.), так и материалы, собранные авторами и сотрудниками лаборатории полупроходных и речных рыб за период 2000–2013 гг. Материалы собирались во время промыслового лова сома в весенний (март – май) и осенний (сентябрь – декабрь) периоды. Основными районами исследований являлся Главный банк, Кировский банк (западная часть авандельты) и Белинский банк, Иголкинский банк (восточная часть авандельты). В каждом районе исследовалось не менее 100 экземпляров сома. Возраст сома определялся по спилам грудных лучей. У каждой особи измерялись абсолютные длина и масса (полная и без внутренностей). Годовые линейные и весовые приросты у рыб разного возраста определялись вычитанием их средней длины (см) и массы (кг) от тех же показателей у рыб данной генерации в следующем году.

Сом является быстрорастущей рыбой: в возрасте 3–4 года его длина достигает 58–64 см, а масса 1.4–1.7 кг. Максимальная особь, отмеченная в 2013 г., имела длину 205 см и массу 53 кг, к сожалению, возраст таких рыб определить затруднительно из-за разрушения центральной части луча. Масса сома в промысловых уловах колебалась от 0.62 кг у (40–45 см), до 40.0 кг (165–170 см) с доминирующей группой 1.3 кг (60–65 см). Зависимость «длина – масса» описывается функцией  $y = 0.714e^{0.171x}$  (рис. 1). Наиболее интенсивно сом растет до наступления половой зрелости, после чего его рост замедляется. Так, если у трехлеток прирост длины колеблется от 14.0 до 21.0%, то у пятилеток, когда происходит полное половое созревание популяции, этот показатель изменяется от 5.5 до 7.0%, впоследствии приросты стабилизируются на величине 8.0–10.0%. В то же время прирост массы сома до наступления половой зрелости не превышает 15.0–20.0%, после чего возрастает до 30.0–40.0%.



**Рис. 1. Зависимость массы сома от длины.**

Зависимость массы от возраста у сома описывается экспоненциальной функцией  $y = 0,628e^{0,2572x}$  (рис. 2). Масса сома по возрастам колеблется от 1.02 кг у двухлеток до 19.7 кг у пятнадцатилеток.



**Рис. 2. Зависимость массы сома от возраста**

Собранные материалы по линейно-весовому росту (табл. 1) показывают, что темпы прироста длины и массы за период исследований были неоднородны.

**Таблица 1.**

Размерно-весовые характеристики сома за период исследования

Годы	Возраст, лет									
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	≥11+
Длина, см										
2009	50.0	53.2	62.2	68.3	73.5	77.0	83.1	89.7	98.5	124.5
2010	48.3	57.3	62.6	65.7	70.7	79.4	89.0	98.2	100.9	120.6
2011	50.0	58.5	64.5	67.5	70.9	78.0	86.1	100.5	109.2	125.0
2012	49.0	52.4	59.2	61.4	67.6	74.2	83.6	91.3	97.2	100.3
2013	52.7	57.7	60.7	63.1	67.9	74.7	81.1	90.1	106.3	131.2
Средняя	50.0	55.8	61.8	65.2	70.1	76.7	84.6	94.0	102.4	120.3
Масса, кг										
2009	1.1	1.3	1.7	2.1	2.5	3.1	3.8	4.9	6.6	10.7
2010	1.0	1.3	1.6	2.0	2.4	3.1	4.3	5.7	7.5	9.6
2011	1.2	1.4	1.8	2.1	2.4	3.3	4.5	6.8	8.3	10.8
2012	1.0	1.3	1.4	1.6	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	9.3
2013	1.0	1.3	1.5	1.6	2.0	2.7	3.7	5.5	8.4	14.9
Средняя	1.1	1.3	1.6	1.9	2.3	3.0	4.1	5.8	7.6	11.1

Более высокие темпы прироста длины и массы отмечались после маловодных лет (2009, 2010, 2013 гг.). В эти годы средний прирост длины составлял 12.0–14.0%, а массы 30.0–40.0%, в то время как после экстремально маловодного года (2011 г.) средние приросты длины снизились до 5.0–7.0%, а массы до 10.0%, что связано с неблагоприятными условиями нагула.

Данные по линейно-весовому темпу роста сома в авандельте за различные годы (табл. 2) позволяют изучить изменение динамики его линейного и весового роста. Так, линейный рост сома за исследуемые периоды был не однороден. Наиболее высокие темпы прироста отмечены в период 1968–1973 гг., в период с 1974 по 2006 гг. он был примерно одинаков и лишь в настоящее время отмечается его некоторое снижение, особенно в возрасте до 7 лет. В дальнейшем темп линейного роста выходит на уровень предшествующих лет. Снижение линейного роста в последние годы связано с ухудшением кормовой обеспеченности сома в период нагула, что связано с падением запасов основного объекта питания сома в весеннее время (воблы) и перехода его на питание туводными видами, которые не образуют плотных скоплений.

Изменения динамики весового роста сома за исследуемый период аналогичны изменениям в динамике его линейного роста.

**Таблица 2.**

Размерно-весовые характеристики сома в авандельте

Годы	Возраст, лет										
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	≥11+
	Длина, см										
1968–1973*	51.2	58.3	64.9	71.1	77.5	81.4	88.8	96.4	-	-	-
1974–1977*	46.9	54.3	59.4	63.7	69.3	75.2	78.8	83.5	-	-	-
1989–1992**	44.4	52.2	59.6	64.0	67.8	72.4	76.6	80.8	85.6	88.1	107.4
2000–2006	38.4	52.6	59.3	64.4	69.6	73.3	79.4	85.6	93.4	96.9	135.4
2009–2013		50.0	55.8	61.8	65.2	70.1	76.7	84.6	94.0	102	120.3
	Масса, кг										
1968–1973*	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.9	4.4	5.5	-	-	-
1974–1977*	0.6	1.0	1.4	1.7	2.2	2.7	3.3	4.0	-	-	-
2000–2006	0.4	1.0	1.4	1.8	2.2	2.7	3.5	4.5	5.7	6.9	17.2
2009–2013		1.1	1.3	1.6	1.9	2.3	3.0	4.1	5.8	7.6	11.1

*Примечание:* \* данные Орловой (1987); \*\*архивные данные

Зарегулирование стока реки Волги привело к изменению экологического ландшафта в низовьях реки. В результате чего ареал обитания основной части популяции сома переместился из дельты в авандельту, где в этот период сложились более благоприятные условия для его обитания. Смена ареала отразилась на его темпе роста. Впервые



снижение темпа линейно-весаого роста сома отметила Орлова Э.Л. (1987). После окончания адаптационного периода (1968–1973 гг.) этот процесс приостановился. В настоящий период темп линейно-весаого роста стабилен, что позволяет говорить об устойчивом положении данной популяции в экосистеме авандельты. Незначительные колебания этих показателей в отдельные годы находятся в пределах среднесноголетней изменчивости и зависят от особенностей нагула.

### Список литературы

- Фортулатова К.П., Попова О.А.* Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. – М.: Наука, 1973. – 297 с.
- Орлова Э.Л.* Особенности роста и созревания сома (*Silurus glanis*) в дельте Волги при зарегулируемом стоке // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Вып. 6. – Т. 27. – С. 945–955.
- 
-

# НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РОСТЕ, АБСОЛЮТНОЙ ПЛОДОВИТОСТИ И МОРФОЛОГИИ ПЛОТВЫ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Н.И. Комова**

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
Борок, Россия, komova@ibiw.yaroslavl.ru*

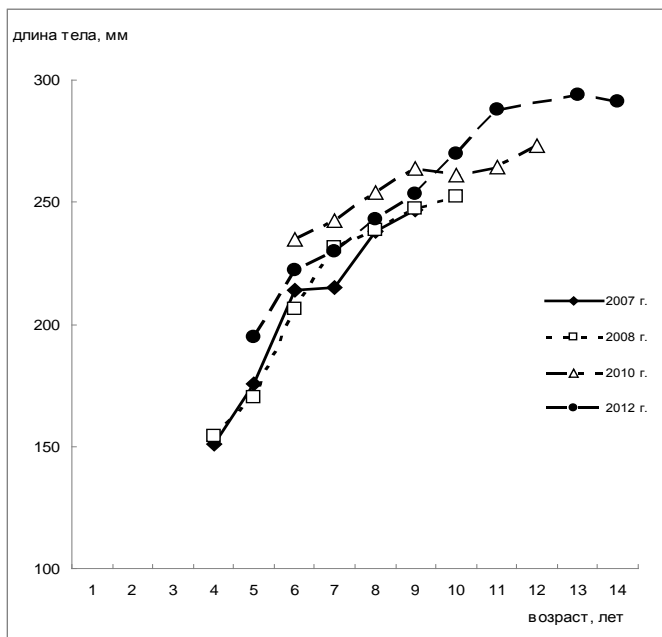
Процесс воспроизводства рыбных запасов является одним из важнейших для целей рыбного хозяйства. Состояние производителей и, в частности, динамика их линейного роста и плодовитость характеризуют состояние популяции. В данной работе проанализированы показатели роста, индивидуальной абсолютной плодовитости и морфологического разнообразия у плотвы в настоящее время.

Самки плотвы отловлены сетями в апреле – мае 2007–2012 гг. на нерестилище в прибрежье Волжского плеса Рыбинского водохранилища. У рыб измеряли длину тела до конца чешуйного покрова (мм), массу тела без внутренностей (г) (далее – масса тела). Гонады фиксировали в 70<sup>0</sup> этиловом спирте. Рассчитывали индивидуальную абсолютную плодовитость (ИАП, тыс. шт.), индивидуальную относительную плодовитость (ИОП, шт./г) (Комова, 2011). Возраст определяли по чешуе и клейтруму (cleithrum), дополнительно просматривали лобные кости (frontale). Для морфологической характеристики использовали общепринятые меристические признаки, а также строение позвоночника рыб с выделением основных фенотипов по методу В.Н. Яковлева с соавт. (1981). Всего исследовано 765 экз.

Проведенное ранее (Комова, Изюмов, 2012) сравнение объединенных за 3 года наблюдений (2007, 2008 и 2010 гг.) данных отдельно по самкам и самцам с результатами прежних лет показало, что на современном этапе темп роста плотвы Волжского плеса в наибольшей степени сходен с темпом ее роста в 1986 г. (Касьянов, Изюмов, 1997) и с темпом роста прибрежной (растительноядной) плотвы в 1976–1978 гг., находясь немного ниже роста ходовой (моллюскоядной) в эти годы (Изюмов, 1981).

Анализ кривых, построенных отдельно для каждого года исследований, показал, что в 2007 и 2008 годах темп роста был почти одинаковым (рис. 1). Наиболее высоким он оказался в 2010 г. у особей до 10 лет. В 2012 г. производители старше 10 лет имели значительно лучшие показатели роста по сравнению с другими годами. Отмеченная прежде тенденция роста, близкого с темпом роста плотвы в 1986 г. и растительноядной плотвы в 1976–1978 годах, в последние годы

сохраняется.



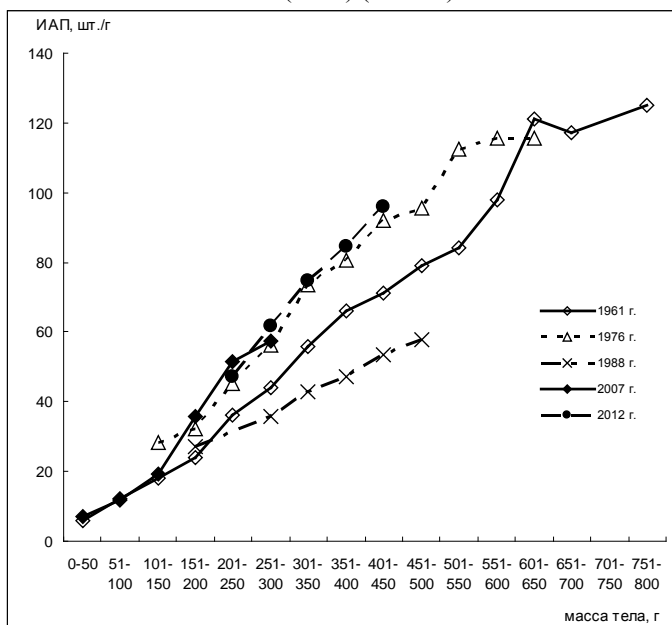
**Рис. 1.** Темп роста самок плотвы

ИАП в значительной степени коррелирует с массой ( $r = 0.94$ ) и длиной тела ( $r = 0.92$ ) самок, тогда как степень корреляции ИОП с этими показателями ниже средней:  $r = 0.46$  и  $0.47$ , соответственно.

На рис. 2 хорошо видно значительное сходство кривых зависимости ИАП от массы тела самок в 2007 и 2012 гг., а также их близость с кривой, построенной по данным В.М. Володина (1982) для плотвы 1976 года. Уровень ИАП плотвы с разной массой тела в настоящее время выше, чем отмеченный В.М. Володиным (1963) для 1961 г. и значительно выше, чем отмеченный для 1988 г. (Володин, 1990). Это позволяет сделать предположение о благоприятных кормовых условиях для производителей плотвы в настоящее время.

Исследование морфологической изменчивости популяций плотвы свидетельствует о следующем.

По сумме частот 7 основных фенотипов позвоночника, а также частоте встречаемости 4 из этих фенотипов, плотва 2007–2010 годов ближе всего оказалась к плотве, изученной в 1976 – 1981 годах А.Н.



**Рис. 2.** Изменение ИАП плотвы Волжского плеса с увеличением массы тела. *Примечание:* 1961 г., 1976 г., 1988 г. – данные В.М. Володина (1963, 1982, 1990).

Средние значения числа позвонков в отделах позвоночника (табл. 2) в настоящее время также близки к значениям 1976 – 1981 годов, особенно по общему числу позвонков –  $V_t$  и их числу в хвостовом отделе –  $V_c$ .

Изюмов (1981) отмечал, что прибрежная морфа отличалась от ходовой большим числом чешуй в боковой линии (II). Согласно нашим данным, среднее число чешуй в боковой линии у рыб в 2007 – 2010 гг. ( $43.17 \pm 0.04$ ) в целом выше, чем в 1976–78 годах. Различия по этому показателю статистически достоверны при сравнении с ходовой плотвой (II у которой  $42.80 \pm 0.09$ ) и недостоверны – с прибрежной (II  $43.05 \pm 0.07$ ). По другим меристическим признакам, таким как число ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках, различий между рыбами, отловленными в разные годы, не обнаружено.

Сопоставление формулы глоточных зубов у исследованной нами плотвы с отловленной в 1976–78 гг. (Изюмов, 1981) свидетельствует о большей близости современных особей к прибрежной рыбинской плотве, чем к ходовой. Уменьшилась лишь доля рыб с формулой 5–5 и выросла –

с формулой 6–5 (табл. 3). Не было обнаружено рыб с глоточными зубами 5–6 и 7–6, как в эти годы.

**Таблица 1.**

Частота встречаемости основных фенотипов позвоночника у Рыбинской плотвы

Фенотипы	Годы			
	1976–1981	1985–1989	1994–1995	2007–2010
16–3–14	0.055	0.042	0.043	0.053
16–3–15	0.406	0.430	0.357	0.363
16–3–16	0.108	0.093	0.133	0.102
17–2–15	0.090	0.077	0.113	0.111
17–2–16	0.060	0.048	0.097	0.078
17–3–14	0.023	0.035	0.038	0.031
17–3–15	0.066	0.086	0.107	0.059
Сумма частот 7 фенотипов	0.808	0.811	0.888	0.797
n	1717	1189	693	714

*Примечание.* Здесь и в табл. 2: 1976–1995 гг. – данные А.Н. Касьянова, Ю.Г. Изюмова (1997).

**Таблица 2.**

Средние значения числа позвонков в отделах позвоночника плотвы

Годы	Отделы позвоночника				n
	Va	Vi	Vc	Vt	
1976–1981	16.18±0.01	2.84±0.01	15.13±0.01	41.15±0.02	1717
1985–1989	16.22±0.02	2.84±0.01	15.11±0.02	41.13±0.02	1189
1994–1995	16.33±0.02	2.79±0.02	15.20±0.02	41.32±0.02	693
2007–2010	16.24±0.02	2.78±0.02	15.16±0.02	41.18±0.02	714

*Примечание:* V – число позвонков: a – в грудном, i – в переходном, c – в хвостовом отделах позвоночника; Vt – общее число позвонков.

**Таблица 3.**

Встречаемость (%) плотвы с глоточными зубами разной формулы

Годы	Морфы	Формула глоточных зубов					n
		5–5	5–6	6–5	6–6	7–6	
1976–1978	ходовая	6.8	0.4	91.8	0.7	0.3	294
	прибрежная	13.4	0.2	85.4	1.0	0	213
2007–2010		11.0	0	87.9	1.1	0	708

*Примечание:* 1976–1978 гг. – данные Ю.Г. Изюмова (1981).

Обобщение полученных данных позволяет прийти к заключению, что в настоящее время плотва по темпу роста, абсолютной плодовитости, фенотипу позвоночника и некоторым меристическим признакам ближе

всего к плотве 1976–1978 годов.

Следовательно, современная плотва занимает некоторое промежуточное положение, имея признаки сходства с растительноядной и моллюскоядной морфами, однако находится все же несколько ближе к растительноядной.

### Список литературы

- Володин В.М. Плодовитость плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в Рыбинском водохранилище // Вопр. ихтиологии. 1963. Т.3. Вып. 2(27). С. 266–274.
- Володин В.М. Плодовитость массовых видов рыб Рыбинского водохранилища. 3. Плодовитость плотвы // Биология внутр. вод. Информ. бюлл. № 1982. 54. С. 47–52.
- Володин В.М. Состояние воспроизводительной системы и плодовитость рыб в Северо-Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища // В сб.: Влияние стоков Череповецкого промышленного узла на экологическое состояние Рыбинского водохранилища. Рыбинск. 1990. С. 101–122.
- Изюмов Ю.Г. Экологические морфы плотвы *Rutilus rutilus* L. в Рыбинском водохранилище // Биол. внутр. вод. Информ. бюлл. 1981. № 50. С. 65–68.
- Касьянов А.Н., Изюмов Ю.Г. Изменчивость плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в Рыбинском водохранилище // В кн.: Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль. 1997. С. 132–152.
- Комова Н.И. Динамика изменения диаметра ооцитов у плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) в нерестовый период // Рыбное хозяйство. 2011. № 5. С. 83–89.
- Комова Н.И., Изюмов Ю.Г. Линейный рост плотвы *Rutilus rutilus* (L.) Волжского плёса Рыбинского водохранилища // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 2. Т. III (Естественные науки). Ярославль: Изд-во ЯГПУ. С. 70–74.
- Яковлев В.Н., Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н. Фенетический метод исследований популяций карповых рыб // Биологические науки. № 2. 1981. С. 98–101.
-

## ПРОБЛЕМА СОКРАЩЕНИЯ ЗАПАСОВ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ БЕЛОГО ОЗЕРА

**А.Ф. Коновалов, М.Я. Борисов**

*Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, Россия,  
alexander-konovalev@yandex.ru*

Озеро Белое является важнейшим рыбохозяйственным водоемом Вологодской области, на котором ежегодно добывается от 200 до 700 т рыбы, или 20–50% от общего объема рыбодобычи в регионе. Наиболее стабильная промысловая обстановка на водоеме сложилась в 1980-е годы, когда ежегодно вылавливалось около 860 т. В 1990-е годы среднегодовая рыбодобыча уменьшилась до 627 т., а в 2000-е годы – до 345 т. В последние годы общие уловы рыбы варьируют в широком диапазоне – от 175 до 703 т, составляя в среднем около 450 т. Многолетнее сокращение общих уловов непосредственно связано с уменьшением объемов добычи наиболее массовых рыб водоема – снетка, судака и синца. Необходимо отметить, что эти три вида в середине XX века составляли основу рыбного промысла на озере Белом. Так, доля снетка от общего вылова рыбы в отдельные годы достигала 60%, судака – 47%, а синца – 28% от общего. На рубеже XX–XXI веков количественные показатели популяций этих важнейших промысловых рыб резко сократились, что нашло отражение и в снижении их уловов (Коновалов и др., 2014). В частности за последнее десятилетие средняя доля этих трех видов рыб в общих уловах в сумме не превышала 10%. Поэтому целями данной работы является обобщение современных сведений о состоянии популяций снетка, судака и синца Белого озера и анализ возможных причин сокращения их промысловых запасов.

**Снеток.** Вплоть до начала 2000-х годов снеток являлся важнейшим промысловым видом рыб Белого озера, добыча которого в основном осуществлялась ризками в ходе весенней путины в устье реки Ковжа. Лов снетка традиционно производится в период нерестовой миграции, которая приходится на конец апреля – начало мая при прогреве воды до +6 – +7 °С. Его среднесноголетний вылов до начала 2000-х годов превышал 200 т, а доля в общих уловах в среднем составляла более 25% (Коновалов и др., 2011). С 2002 по 2006 годы в Белом озере отмечалась наиболее масштабная и длительная депрессия популяции снетка за весь период ведения промысловой статистики, когда уловы этого вида колебались от 0 до 0.5 т. Восстановление промысловых запасов началось в 2007 и 2008 годах, когда вылов данного вида возрос до 4.6 и 15.7 т. соответственно. В два последующих года запасы и вылов снетка также

постепенно росли. Так, в 2009 году уловы снетка были порядка 44.3 т, а в 2010 году составляли около 78.0 т., или почти 12% от общего вылова.

Однако в последующий период количественные показатели популяции снетка Белого озера вновь сильно сократились под влиянием жаркой погоды летом 2010 и 2011 годов, когда средняя температура воды в июле составляла 24.6 и 23.4 °С соответственно. Уловы снетка в 2011–2012 годах оставались на низком уровне, варьируя около 20 т. и составляя порядка 4% от общего вылова. Отражением уменьшения количественных показателей популяции снетка в водоеме стало сокращение его доли в исследовательских уловах мальковым тралом. Так, по сравнению с показателями конца 2000-х годов доля снетка по численности снизилась с 30% до 4–7%, а по биомассе – с 15% до 1.3–3.0%. К 2013 году запасы и уловы снетка несколько увеличились. В частности вылов снетка составлял около 34 т., или порядка 5% от общего, а его доля по численности в исследовательских уловах мальковым тралом возросла до 37–49%, а по биомассе – до 27–38%. Промысловые запасы снетка после сильного сокращения в 2010 и 2011 годах заметно возросли к 2012–2013 годам и составили около 250 т. Тем не менее, эта величина меньше среднесуточных значений, что свидетельствует о недостаточно благоприятном состоянии запасов данного вида.

В целом динамика численности популяции снетка Белого озера в значительной степени зависит от показателей температуры воды в летний период. К сожалению, в течение последних десяти – пятнадцати лет абиотические показатели водной среды водоема в основном не благоприятствуют формированию его многочисленной популяции.

**Судак.** Наряду со снетком судак до начала 2000-х годов входил в комплекс доминирующих в сообществе Белого озера видов рыб. В тот период среднесуточные показатели его вылова составляли более 180 т, а доля в общих уловах – около 25%. В 2000-е годы началась самая масштабная за период наблюдений депрессия популяции судака в Белом озере. Ее причинами стали неблагоприятные гидрометеорологические условия, давление промысла и сокращение численности снетка – основного кормового объекта (Коновалов, 2010; Коновалов и др., 2011). Наиболее низкие уловы судака отмечались в период с 2004 по 2008 годы, когда вылов данного вида составлял от 7 до 10 т. В эти годы биомасса промыслового запаса судака уменьшилась по сравнению с предыдущими годами примерно в 6–8 раз и колебалась от 200 до 400 т.

С 2009 года началось постепенное восстановление промысловых запасов и объемов вылова судака за счет роста численности рыб, достигших промысловых размеров. Основной причиной увеличения биомассы запаса судака стало улучшение условий его откорма и



ускорение темпа роста на фоне восстановления биомассы популяции снетка. Необходимо отметить, что повышение промысловых запасов судака произошло за счет относительно небольшого количества размерных групп. В то же время численность и биомасса рыб длиной свыше 50 см, которые в предыдущие десятилетия составляли основу промысловых уловов, оставалась на низком уровне все годы наблюдений.

К 2013 году в составе исследовательских траловых уловов в озере Белом существенно сократилась численность рыб, достигших промысловых размеров. Так, в предыдущие годы четко выделялась модальная группа особей, имевшая в водоеме достаточно высокие показатели численности и биомассы и обеспечивавшая промысловые уловы судака, а в 2013 году среди старшевозрастных рыб явно преобладавшей размерной группы уже не наблюдалось. Если в 2011 году по численности в исследовательских уловах доля рыб с длиной тела от 40 см и более составляла около 81%, то к 2012 году она сократилась до 44%, а к 2013 году – до 18%. Снижение доли крупноразмерных особей связано с одной стороны с уменьшением промыслового запаса, а с другой – с повышением численности маломерных рыб. В частности в уловах существенно возросла доля рыб длиной 22–32 см, составлявшая в 2013 году почти 70%. Сокращению запасов судака к 2013 году, по-видимому, также способствовала депрессия популяции снетка, наблюдавшаяся в 2010–2011 годах. В целом для сохранения и восстановления популяции судака необходимо ограничение промыслового воздействия на маломерных особей, а также на крупных рыб длиной свыше 50 см.

**Синец.** В первой половине XX века синец Белого озера практически не имел промыслового значения и вплоть до начала 1970-х годов этот вид не регистрировался в составе уловов. В 1970–1980-е годы биомасса популяции синца резко увеличилась, а его вылов в разные годы варьировал от 21 до 162 т. (в среднем 79 т.), или порядка 2–28% от общего. Быстрое увеличение численности синца в тот период по всей вероятности было связано с улучшением условий его обитания в Белом озере, которое в середине 1960-х годов было включено в состав Шекснинского водохранилища (Болотова, Коновалов, 2002). В частности этому могли способствовать подъем уровня воды и залитие прибрежной растительности.

В последующие десятилетия количественные показатели популяции синца начали постепенно сокращаться, а уловы данного вида уменьшились в среднем до 54 т. в 1990-е годы и 10 т. в 2000-е годы. В настоящее время ежегодный вылов синца не превышает 5–6 т., а в исследовательских траловых уловах встречаются единичные экземпляры данного вида. Для выявления причин столь серьезных колебаний

численности и биомассы популяции синца Белого озера в течение последних сорока лет необходимы специальные исследования.

**Заключение.** В настоящее время в связи с угрозой возможной потери промыслового статуса наибольшее опасение среди рыб Белого озера вызывают популяции снетка, судака и синца (Коновалов и др., 2014). Это особенно актуально в связи с тем, что в других водных объектах каспийского бассейна, расположенных в пределах Вологодской области – Шекснинском и Рыбинском водохранилищах состояние популяций синца и судака, также являющихся важными промысловыми объектами, достаточно стабильно. Причины сокращения количественных показателей популяций снетка, судака и синца Белого озера имеют комплексный характер, включая общее ухудшение условий обитания и воспроизводства рыб в мелководном водоеме, многолетнее загрязнение озера и нерациональную организацию рыбного промысла.

### Список литературы

- Болотова Н.Л., Коновалов А.Ф.* Рыбное население Шекснинского водохранилища // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2002. С. 211–279.
- Коновалов А.Ф.* Современное состояние популяции судака Белого озера в условиях интенсивной промысловой нагрузки // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології. Матеріали III Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. – Дніпропетровськ, 2010. С. 74–76.
- Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Болотова Н.Л.* Распространение редких и уязвимых видов рыб и круглоротых в водоемах Вологодской области // Вопросы рыболовства. 2014. Т. 15. № 1 (57). (в печати).
- Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Тропин Н.Ю., Филоненко И.В.* Промыслово-биологическая характеристика основных видов рыб Белого озера // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. I Всероссийская конференция с международным участием. 12–16 сентября 2011 г. п. Борок. М.: Акварос. 2011. Т. 1. С. 364–372.

# **ВЕРТИКАЛЬНЫЕ, СЕТЕВЫЕ, ЯРУСНЫЕ, БИОТОПИЧЕСКИЕ ФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЫБНЫМИ РЕСУРСАМИ ЛИМНИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ В ЧАСТИ РАЗНООБРАЗИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ**

**К.А. Корляков**

*ООО «Корфиш», Челябинск, Россия, korfish@mail.ru*

Лимнические экосистемы в отличие от лотических характеризуются высокой стабильностью в части разнообразия, продуктивности, динамике стад различных видов рыб. Нестабильность лотических экосистем в зависимости от технологических целей может являться, как преимуществом, так и недостатком. В части рыбных биоресурсов непостоянство видового состава рыб, продуктивности, локалитетов, миграций рыб в лотических экосистемах в части гармоничного управления скорее является недостатком. Главным недостатком лотических экосистем в части управления является то, что их нестабильность обусловлена глобальными факторами макромасштаба: климатическими, ландшафтными, геологическими. Относительно невысокие значения флуктуаций численности, продуктивности и тем более разнообразия рыб лимнических экосистем по сравнению с лотическими во многих рыбохозяйственных аспектах неблагоприятны. Однако стабильность и гидрологическая устойчивость озер в отличие от водотоков может являться преимуществом при иных механизмах управления и моделирования данных водных экосистем. Относительная устойчивость и стабильность озерных экосистем может являться фундаментом для построения других по функционированию систем по сравнению с поверхностной водосточной системой. Если систему поверхностных водотоков, функционирование которой изначально обусловлено климатическо-ландшафтным режимом и на сегодняшний день значительная часть которой зарегулирована искусственными водосборами и каналами можно назвать «поверхностной» гидрологической сеткой. То лимническую систему характеризующуюся особым функциональным режимом и огромными запасами подземных вод можно считать «внутренней» гидрологической сеткой. Последняя, чисто ландшафтная гидросистема не менее мощная, чем поверхностная (климатическо-ландшафтная) еще только начинает осваиваться и востребованность в ее использовании будет только расти опять же по ряду технологических и ресурсных причин. Однако пути и механизмы создания различных сетей, систем, матриц и других сложных зачастую трехмерных структур освоения подземных вод может быть гораздо шире, чем использование поверхностных водотоков.

Так как человек наиболее интенсивно во внутренних водоемах использует рыбные ресурсы (хотя доля использования других гидробионтов с каждым годом растет за счет поликультуры) и соответственно наиболее активно изучает данных гидробионтов, то и выстраивать новые сложные гидросистемы придется с подручных и хозяйственно оправданных рыбных ресурсов. Видовой состав ихтиофауны умеренных и северных широт довольно беден, однако и здесь можно набрать различных по трофической и топической специализации рыб. Чем богаче набор данных биоресурсов, тем более оптимально можно использовать новые экологические ниши, которые будут появляться при построении новых гидросистем.

**Вертикальная форма.** Любая водная экосистема стратифицирована на множество слоев и толщ, что проявляется в наличии различных вертикально упорядоченных экологических ниш преимущественно микроорганизмов и обусловлено различными физическими и физико-химическими факторами: термоградиент, гидрофронт, фотический слой и т. д. Количество этих слоев зачастую по ряду антропогенных причин в ряде водоемов увеличивается. Однако в целом наземная гидрологическая система вместе с подземными водами характеризуется еще более сложной вертикальной стратификацией с еще более тонкой и сложной дифференцировкой. Причем гидрохимический состав подземных и вышележащих поверхностных вод зачастую может различаться. Грунтовые воды могут характеризоваться как более высокой минерализацией по сравнению с поверхностными, так и более низкой. В ряде случаев подземные воды соединяются с вышележащими озерами, а в ряде нет. Часть подземных гидрохранилищ водонапорные, а часть нет. На некоторых участках запасы подземных вод велики, на некоторых относительно бедны, а иногда вообще отсутствуют. Зная вышеперечисленные характеристики подземных вод, путем бурения скважин на литоральных участках заморных озер можно соединить подземные воды с поверхностными, значительно увеличив интенсивность обмена воды двух различных гидросистем (Корляков, 2013). Скважины на водоемах, соединяющие подземные воды с поверхностными, могут обеспечить ряд преимуществ, значительно оптимизировав функционирование экосистемы. Во-первых, в водоеме, где пробурена скважина, ускоряется обмен воды, происходит аэрация, интенсифицируется циркуляция, выстраивается новая структура микротечений, вода становится более обогащенная кислородом. Интенсивность всех вышеперечисленных процессов зависит от объема подземных вод, их состава, количества и качества пробуренных скважин. Во-вторых, в водоеме происходит изменение минерализации, увеличение или разбавление концентраций микроэлементов. В-третьих, в случаях значительных различий в минералогическом составе подземных и поверхностных вод

на локальных участках их смешения возникает гидрофронт, что способствует увеличению первичной продукции и привлечению гидробионтов. В-четвертых, гидросистема начинает аэрировать сама, что снижает расходы на искусственную аэрацию, причем интенсивность и масштабы этой аэрации могут быть значительно выше, чем с использованием технических аэраторов. Однако, продолжительность гидродинамического обмена в сезонном и многолетнем режиме будет зависеть от многочисленных лимнических, гидродинамических и ландшафтных характеристик. Интенсивность обмена между двумя водными экосистемами и будет определяющим фактором в увеличении продуктивности поверхностного водоема. Таким образом, можно выстроить двойную экосистему – более «мощную», состоящую из двух функционально зависимых водных толщ, разделенных осадочными породами. Важно отметить, что работа подземных вод будет обеспечивать большое количество энергии, которая практически не эксплуатируется в отличие от энергии поверхностных вод. В этом случае наибольшее значение будут иметь артезианские воды, на втором месте, как в количественном отношении, так и в качественном, большую ценность представляют межпластовые напорные и ненапорные воды, и на последнем месте грунтовые воды. Однако глубина пролегания вышеперечисленных типов подземных вод будет определяющим фактором в рентабельности комплекса мелиоративных работ по бурению водоносных скважин.

**Сетевая форма.** Озерность того или иного ландшафта различна, при этом доля маленьких озер как правило в самых разных климатических зонах составляет более 70%. Малые озера в том или ином рыбохозяйственном регионе могут быть распределены в виде сетки разбросанных водоемов с различной производственной специализацией. Это могут оптимально размещенные маточные водоемы, водоемы с различными биотопическими условиями, водоемы с различным гидрологическим режимом, различной минерализацией. Сетка различных по минерализации водоемов может быть выстроена исходя из состава, качества и количественного распределения подземных вод. Следует отметить, что «внутренняя» сетка озер с искусственным грунтовым питанием будет очень отличаться от «поверхностной» сетки гидрокаскадов, как по функционированию, так и по трофической структуре благодаря набору различных по минерализации водоемов. Решающее значение при проведении комплекса гидродинамических мелиоративных мероприятий должна иметь информация о составе, количестве и характере залегания подземных вод. Для чего должны быть составлены интегрированные карты гидродинамики подземных и поверхностных вод на основании материалов региональных фондов недропользования. Изменение основных ионов при

смешении двух различных по минерализации вод может быть достаточно качественно спрогнозировано с помощью современных аналитических методов. В плане технологий управления вертикальной динамикой подземных водных пластов появляются новые механизмы, со все более тонко специализированными высокомолекулярными фильтрами (Зарослов, Филиппова, Благодарских, Хохлов, 2006). Управление динамикой различных по минерализации слоев воды, также лежит в сфере технологий высокомолекулярных соединений. Таким образом, сетевая форма гидрокаскадов и гидросистем может иметь многослойную структуру. Ландшафты с гипергалинными водоемами, в которых хозяйственное значение имеет лишь артемия, могут быть разрежены водоемами с заниженными показателями минерализации, делая их доступными для ряда эвригалинных и солоноватоводных ценных промысловых рыб (пелядь, карп и т. д.). При этом вся пресноводная гидросфера наземной поверхности суши может функционировать по типу мембраны с проводящими вертикальными каналами, обеспечивающими необходимое качество поверхностных и подземных вод. Вместе с тем данная гидросистема может обеспечить максимальную ресурсоемкость и не потерять диверсификационный подход. Сетевая структура подземных вод заключается в том, что толщи специфических по минерализации вод будут соединяться, иметь выходы и функционировать в рамках одной системы.

**Ярусная форма.** Увеличение толщи гидросистемы в части хозяйственного и в первую очередь биоресурсного потенциала ставит вопрос о качестве вертикально расположенных слоев, ниш, ярусов. Как отмечено выше толщина этих слоев определяется различными физическими и физико-химическими факторами. Соединение поверхностной, лимнической экосистемы с подземными водами может существенно изменить толщи тех или иных экологических ниш гидробионтов, что в первую очередь скажется на микроорганизмах и планктонных ракообразных и в меньшей степени на амфибиальных беспозвоночных. Увеличение толщи оптимальных гидрохимических характеристик литоральных и пелагических слоев позволит увеличить экологические ниши кормовых беспозвоночных. Смешение основных ионов поверхностных и подземных вод в некоторых случаях может способствовать появлению дополнительных экологических ниш обусловленных появлением новых гидрохимических толщ. Вместе с тем локальное использование подземных вод с применением специальных фильтров может быть полезно в части культивирования гидробионтов с иным метаболизмом и дальнейшего моделирования использования биоресурсного потенциала подземных вод. Таким образом, водная экосистема будет более многоярусная, и эти ярусы будут значительно различаться по функционированию. Увеличение толщи ярусов, их

количества и качества можно добиться уже биотопическими механизмами управления.

**Биотопическая форма.** Моделирование, внедрение и последующая оптимизация искусственных биотопов в водных экосистемах становится необходимостью, как в части увеличения и поддержания биоразнообразия, так и увеличения продукционного потенциала: репродукция, нагул и так далее. На сегодняшний день искусственные рифы имеющие многофункциональное значение в большей части используются в морских экосистемах, тогда как в пресноводных больше используются искусственные гнезда и нерестилища. Опыт использования искусственных рифов в большей части приурочен к литоральным придонным сообществам, искусственные рифы на разделе фаз «вода-воздух» имеют меньшее практическое значение, особенно в умеренных широтах в виду меньшего биоразнообразия. В пресноводных водоемах умеренных и северных широт видовое разнообразие придонной ихтиофауны также очень небогатое, однако тренд потепления обеспечивает постоянное увеличения числа натурализовавшихся вселенцев, большинство которых представлено придонными и литоральными формами (Алимов, Богущая, 2004; Корляков, 2011). За счет этих вселенцев в последствии возможно построение многоярусных высокопродуктивных ихтиоценозов, где аквакультура строится на каскадах поликультур. Экологически чистыми и максимально продуктивными в умеренных широтах могут быть искусственные рифы из древесных материалов на границах раздела «вода-воздух», которые могут быть сконструированы из различных плейстофитовых композиций (Корляков, 2013). Искусственные рифы с макрофитами обеспечат необходимую первичную продукцию и богатую амфибиальную биоту беспозвоночных, а также увеличение емкости среды, построение оптимальных биотопов, для нагула, репродукции, временной дислокации различных гидробионтов. При построении растительных композиций необходимо учитывать оптимальные пространственные характеристики биотопов для дальнейшего формирования наиболее функциональной поликультуры гидробионтов (Корляков, 2013). Пространственная дифференцировка, как структуры самих искусственных биотопов, так и сетки распределения по акватории позволит обогатить кормовую базу как для планктофагов, так и бентофагов посредством необходимого количества субстратов для крупных беспозвоночных. Макрофиты также могут иметь комплексное использование, так как их применение возрастает во все больших хозяйственных отраслях.

В целом внедрение многоярусных, вертикальных, высоко дифференцированных механизмов управления водными биоресурсами позволит не только значительно увеличить продуктивность лимнических экосистем,

но и обеспечить высокое разнообразие гидробионтов для дальнейшего многопрофильного функционирования и получения ресурсов со специфическими качествами.

### Список литературы

- Алимов А.Ф., Богоуцкая Н.Г.* Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: КМК, 2004. 436 с.
- Зарослов Ю.Д., Филиппова О.Е., Благодарских И.В., Хохлов А.Р.* Способ селективного ингибирования гелеобразования гидрофобно ассоциирующих веществ. Патент РФ. № RU 2276675 (2006).
- Корляков К.А.* Чужеродные короткоцикловые рыбы в водоемах Южного Зауралья // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. 03.02.08 Экология (биология). Пермь: ПГНИУ, 2011. С. 23.
- Корляков К.А.* Гидродинамическая мелиорация озер на базе подземных вод как путь оптимизации продуктивности водных экосистем степной и юга лесостепной зон Зауралья // Проблемы и перспективы развития рыбоводства на Урале. Материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию создания Аракульского рыбоводного завода и развитию товарного сиговодства в Челябинской области 26–27 сентября 2013 г., г. Касли (пос. Аракуль) / под ред. И.С. Мухачева. С. 141–145.
- Корляков К.А.* Поликультура на разделе фаз «жидкость-газ» в лотических и лимнических экосистемах: плавающие искусственные рифы – путь увеличения биоразнообразия и продуктивности водных экосистем // Биоразнообразие наземных и водных животных и зооресурсы: сборник трудов I международной Интернет-конференции. Казань, 12 февраля 2013 г. / редактор Изотова Е.Д. ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»; Сервис виртуальных конференций Ракс Grid. Казань: Изд-во «Казанский университет», 2013. С. 94–78.
- Корляков К.А.* Основные положения теории пространственно-биотопической емкости среды // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. № 1. 2013 г. С. 5–17.
-



## ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ В ВОДОЕМАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**И.М. Королева, П.М. Терентьев, Н.А. Кашулин**

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного  
центра РАН, Апатиты, Россия  
e-mail: koroleva@inep.ksc.ru*

Адаптивность организма обуславливает существование и сохранение целостности вида в различных условиях жизни, при этом рассмотрение изменчивости вида на всем его ареале позволяет понять общие закономерности изменчивости рыб (Решетников, 1979).

Водоемы Европейского Севера отличаются сравнительно небольшим видовым разнообразием, сем. Coregonidae представлено всего 2 видами – *Coregonus lavaretus* и *C. albula*. Высокая экологическая пластичность привела к образованию множества внутривидовых группировок, эквивалентных виду, освоивших имеющиеся экологические ниши (Решетников, 1966). Часто основой формирования биологического разнообразия является дифференциация по размерам, и знание экологических закономерностей изменчивости роста может способствовать сохранению этого разнообразия (Дгебугадзе, 2001).

В водоемах Кольского п-ва ряпушка – одна из наиболее распространенных и многочисленных рыб. Типичной является мелкая форма средней длины 9–14 см и массой 10–18 г. В водоемах с высоким уровнем трофности может происходить значительное увеличение размерно-весовых показателей, условно названное феноменом «гигантизма» (Королева, 2011). Вдоль южной границы Кольского п-ва встречается крупная форма, называемая рипусом (Ихтиофауна ..., 2005). В сводке Галкина имелись указания о симпатрическом сосуществовании мелкой и крупной форм в Умбозере (Рыбы..., 1966). Вероятно, генетически они не смешиваются и, сохраняя специфические биологические особенности, занимают свою экологическую нишу.

Происходящие изменения в водных экосистемах, связанные со сменой гидрохимического режима (в т.ч. трофического статуса, вызванного эвтрофированием), приводят к ряду структурных перестроек на уровне гидробиоценозов и на популяционном уровне (Кашулин и др., 2011).

Изучение динамики популяционных показателей рыб озер Мурманской области, началось в 1920-е гг. и продолжается до настоящего времени (Крогиус, 1926; Беляева, 1975; Ихтиофауна..., 2005; Кашулин и др., 2013; Лукин и др., 1984; Моисеенко, 1997 и др.). Результаты исследований свидетельствуют, что сиговые рыбы вследствие своей пластичности

быстро и отчетливо реагируют на изменение качества среды динамикой своих биологических параметров.

Целью работы был анализ динамики популяционных характеристик ряпушки, обитающей в водоемах Мурманской области как сохранивших природный гидрохимический режим, так и подвергшихся значительному загрязнению (поступление поллютантов, эвтрофирование). В настоящее время накоплены данные, свидетельствующие о возможности выживания и поддержания высокой численности сиговых рыб в условиях техногенного загрязнения. При этом ответные реакции на действие антропогенных факторов могут быть неоднозначными.

### Объекты и методы

*Район исследований.* Материалом послужили сборы ряпушки, из водоемов беломорского и баренцевоморского бассейнов. Предположительно во всех водоемах пиренгской озерно-речной системы обитает ряпушка, имеющая общее происхождение. Это позволяет на примере исходно однородных популяций проследить многообразие ответных реакций на изменение качества воды.



**Рис. 1.** Карто-схема района исследований и места сбора проб.

К условно-фоновым были отнесены Ниж. Чалмозеро, Чунозеро и водхр. Ниж. Пиренга, находящиеся вне прямого воздействия промышленных предприятий (сброс сточных вод). Антропогенное влияние на них складывается из аэротехногенной нагрузки и поступления поллютантов с водосбора. Природное качество вод сохранилось в плесе Бабинская Имандра – г. Кунчаст и г. Молочная. Поступление подогретых

вод Кольской АЭС в г. Молочная приводит к нарушению термического режима на ограниченной акватории и не оказывает заметного влияния на размеры ряпушки. В гораздо большей степени качество воды изменилось в плесах Йокостровская и Большая Имандра. В последнем выделяются два основных источника загрязнения: медно-никелевый комбинат (г. Монче) и апатито-нефелиновая фабрика (г. Белая). Высокие концентрации никеля, меди наблюдаются и в других участках Большой Имандры (губы Кислая и Вите). Для оз. Ковдор источником загрязнения является «Ковдорский ГОК» и хозяйственно-бытовые городские стоки, небольшое по размерам (0.5 км<sup>2</sup>) оно стало эвтрофным, также наблюдаются высокие концентрации Sr, и Mn (Антропогенные изменения, 2005). Одним из наиболее загрязненных водоемов остается оз. Куэтсьярви, принимающее сточные воды к-та «Печенганикель». (Подробнее: Аннотированный каталог, 2011, 2013; Антропогенная ..., 2002; Антропогенные..., 2005, 2007; Экологический каталог, 2009).

Ихтиологический материал отбирался в летне – осенний период с 1996 по 2013 гг. Гидрохимический анализ воды выполнен аналитической службой лаборатории водных экосистем ИППЭС. Обработка гидробиологических проб проводилась по общепринятым методикам гидробиологического мониторинга (Руководство..., 1992).

Рыбу ловили ставными жаберными сетями с размерами ячеи от 10 до 50 мм. Сетные порядки выставлялись в литоральной и профундальной зонах, на глубине от 2 до 14 м, разноразмерные плавные сети – в пелагиали. Улов обрабатывали принятыми в ихтиологии методами (Правдин, 1966; Методическое пособие..., 1974). Всего обработано более 2000 экз. ряпушки, на питание – 160 желудков.

## Результаты

В Мурманской области число крупных озер и водохранилищ, используемых или потенциально пригодных для рыбохозяйственной деятельности, около 900. В прошлом веке промысел велся на Имандре, Пиренгских озерах и Умбозере (97.5% всей добываемой в области рыбы). Полная сводка озер, где обитает европейская ряпушка, отсутствует, известно, что она обычна в водоемах, принадлежащие к водосбору Белого моря (бассейн р. Пиренга, Умбозеро, Ловозеро, Канозеро, Пулозеро. Ковдозеро и др.). Для озер и рек баренцевоморского бассейна известно о наличии ряпушки в бассейне р. Туломы и на Восточном Мурмане. В северо-западной части полуострова в исследованных нами озерах ряпушка имела только в оз. Куэтсьярви, где она появилась вследствие расселения по р. Паз (Пасвик), куда была интродуцирована в 1960-х гг. Температурный режим озер зависит от глубин и условий прогрева водных

масс. Максимальные значения температуры поверхностных слоев (15–25 °C) обычно наблюдаются во второй половине июля. Прозрачность воды значительна, в отдельных озерах до 10 м. Грунты представлены преимущественно зеленовато-буровато-серыми илами, меньшую часть составляют песчаные грунты, до глубины 2–5 м – каменистые грунты. Газовый режим озер во все сезоны года благоприятен для фауны, насыщение воды  $O_2$  в поверхностных слоях высокое, достигает 100%. Активная реакция (pH) воды близка к нейтральной и находится в пределах 6.9–7.5.

**Характеристика кормовой базы и состава ихтиоценоза.** По степени развития зоопланктона большинство озер относятся к малокармным, общая биомасса  $B_{\text{общ}}$  в течение периода открытой воды изменяется от 0.1 до 1.3 гм<sup>-3</sup>. На долю рачкового планктона приходится не более 0.3 гм<sup>-3</sup>, обычно 0.01–0.06 гм<sup>-3</sup>. К среднекармному типу с середины 1990-х гг. относятся плес Йокостровская Имандра и часть плеса Большая Имандра (г. Белая) со средней  $B_{\text{общ}}$  2 и 3.4 гм<sup>-3</sup>, в т.ч. рачкового 0.3 и 1.65 гм<sup>-3</sup> соответственно. Средне- и в отдельных участках высококармным является оз. Ковдор, где средняя  $B_{\text{общ}}$  была свыше 3 гм<sup>-3</sup>, максимальная – 9 гм<sup>-3</sup>. Из ракообразных наиболее ценными в кормовом отношении считаются *Daphnia*, *Bosmina*, *Bythotrephes*; *Heterocope*, *Cyclops*, *Mesocyclops*.

В составе ихтиофауны от 8 до 13 видов, относящихся к арктическому – пресноводному (арктический голец, европейская ряпушка, обыкновенный сиг, налим, корюшка), бореальному предгорному (кумжа, европейский хариус, обыкновенный голянь), бореальному равнинному (щука, ерш, окунь) комплексам. Водохранилища Имандра и Ниж. Пиренга в 1960-х гг. определялись как ряпушково-сиговые с встречающимся озерным голецом. На долю планктонофагов (ряпушка, озерная корюшка) в Имандре приходилось 58%, в Ниж. Пиренге 11%, бентофагов 19% и 24% соответственно, хищников – 21% и 55%. К настоящему времени численность лососевых рыб (кумжа, голец) и сигов заметно снизилась, наблюдается значительное увеличение количества корюшки. Оз. Ловозеро в 1960–1970-х гг. определялось как сигово – окуневый водоем. Оз. Умбозеро относилось к лососево-сиговым водоемам, доля ряпушки составляла 20%, корюшка и карповые отсутствовали. По анализу уловов 2001 – 2008 гг. оз. Чуозеро можно считать сигово-кумжым, оз. Ниж. Чалмозеро – сигово-ряпушковым водоемом, оз. Ковдор является ряпушково-сиговым, доля ряпушки в уловах достигает 99% (Антропогенные..., 2005, 2007).

**Биологические характеристики ряпушки.** Меристические и пластические признаки. Для имандровской ряпушки количество неветвистых лучей в спинном плавнике изменялось от III до IV,

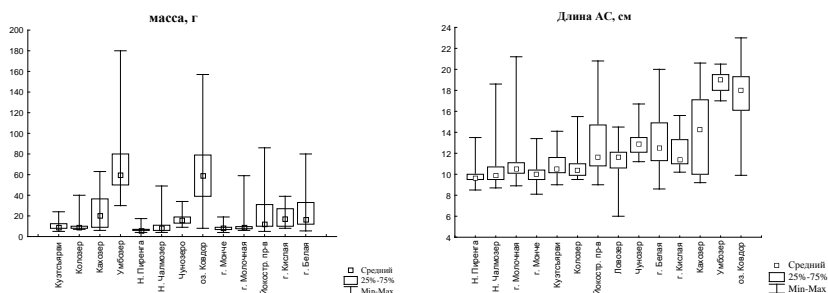
ветвистых от 7 до 10, чаще – III-9. У ряпушки из оз. Ковдор D III – IV 8–9, чаще III-9. В анальном плавнике у имандровской ряпушки количество неветвистых лучей изменялось от III до IV, ветвистых от 10 до 13, чаще – III-12. Для ловозерской популяции имеются сведения только по формуле спинного и анального плавников – D III 9–10 и A III 11–13 (Рыбы..., 1966). Количество позвонков у имандровской и ковдорской ряпушки варьировало от 53 до 57, в среднем – 55 позвонков. У чунозерской ряпушки (Решетников, 1980) число позвонков в среднем составляло 56.7 (54 – 59). Количество жаберных тычинок изменялось от 35 до 45, в среднем 37 (в вдхр. Имандра) и 42 (в оз. Ковдор) тычинки. Число чешуй в боковой линии II – от 60 до 83, в среднем – 73. Антедорсальное расстояние – 41% (37–45%) длины тела по Смитту, вентроанальное расстояние составляет 47% антедорсального, (меньше 60%). Наибольшая высота тела 16.1% от АС, наименьшая – 5.8%. Меристические и пластические признаки в пределах, свойственных данному виду.

*Возрастная структура.* Продолжительность жизни по нашим наблюдениям в олиготрофных водоемах обычно не превышает четырех лет, доля старшевозрастных рыб (3+) не более 6%, единично 4+ и 5+. Основу уловов составляли двухлетки. В мезотрофных озерах продолжительность жизни увеличивалась до шести лет, в уловах возрастные классы представлены более равномерно, доля шестилетних рыб не превышала 10% (рис. 2). Самки отличались большей продолжительностью жизни, среди пяти – шестилетних особей на них приходилось 90%.



**Рис. 2.** Возрастная структура стад ряпушки в водоемах Мурманской области.

Размерно-весовые показатели закономерно увеличивались с повышением трофности, в условно-фоновых озерах с малым содержанием биогенов и низкими показателями биомассы кормовых организмов средняя масса ряпушки варьировала в пределах 6–8 г, длина по Смитту – 9.6–11 см. В мезотрофных водоемах (участках) средняя навеска варьировала от 12 до 17 г, длина от 11.4 до 13 см. В условиях токсичности среды (влияние медно-никелевых стоков – г. Монче, вдхр. Имандра; оз. Куэтъярви) размеры были близки к таковым у рыб из олиготрофных озер. В эвтрофном оз. Ковдор в зависимости от температурных условий средняя навеска колебалась от 38 до 90 г, за весь период наблюдений составила 60 г при длине 18 см (рис. 3).



**Рис. 3.** Распределение массы и длины ряпушки в водоемах Мурманской области.

Сроки наступления половозрелости для мелкой формы ряпушки в озерах Мурманской области сходны с таковыми в озерных системах Карелии. Как правило, это происходит на втором году жизни. Размерно-весовые показатели впервые нерестующей ряпушки мало- и среднекормных озер различались незначительно. В Имандре средние длина и масса соответственно равнялись 8–9 г и 10 см, в Чунозере – 11.7 г и 11.3 см, в Умбозере- 6–7 г и 9–10 см. В оз. Ковдор ряпушки созревали также на втором году при массе 18 г и длине АС 12.0 см.

Абсолютная индивидуальная плодовитость в вдхр. Имандра в среднем составила 1100 икринок (583–2600). В оз. Ковдор она колебалась от 2570 до 14218 икринок, в среднем составляя 6870, относительная от 37 до 146, в среднем 80 икринок (Антропогенные..., 2005). Абсолютная плодовитость у мелкой ряпушки Умбозера в среднем 2 тыс. икринок, у крупной 6.5–7 тыс. икринок (Рыбы..., 1966).

Ход ряпушки на нерест может начинаться с конца сентября при температуре воды от +2 до +5 °С. Обычно в икрометании участвует более

90% рыб, тем не менее, даже в оптимальных условиях, при достаточной кормовой базе и высоких показателях жиронакопления (оз. Ковдор) были случаи поимки особей в возрасте 2+ и 3+, имевших гонады во второй стадии зрелости и не принимавшие участия в воспроизводстве.

*Питание ряпушки.* В оз. Ковдор основу питания в 2001–2004 гг. составляли зоопланктеры – ветвистоусые рачки *Bosmina obtusirostris* и *Daphnia cristata*, единично отмечались икра ряпушки и водные клопы. В 2008 г. ряпушка питалась преимущественно веслоногими рачками – *Cyclops sp.* (более 80% желудков), также в желудках встречались кладоцеры и зообентосные организмы: личинки хирономид, стрекоз и двустворчатые моллюски (*Pisidium sp.*). Общий индекс наполнения варьировал от 5.1 до 14.9‰.

В составе кормовых объектов ряпушки в Имандре (2012 – 2013 гг.) определено 18 таксономических групп. В Йокостровской Имандре и в г. Белой (Большая Имандра) по частоте встречаемости лидировали личинки комаров – звонцов, они присутствовали в половине всех просмотренных желудков. С учетом массовой доли наибольшую роль в питании в Йокостровской Имандре в 2012 г. играли насекомые: личинки комаров и имаго веснянок, в 2013 г. – веснянки. Собственно зоопланктонные организмы чаще встречались у сеголетков из Йокостровской Имандры, в их желудках в значительном количестве присутствовали босмины (до 500 организмов в 1 желудке). Общий индекс наполнения был равен 37‰ (7.6–137). В г. Белой спектр питания был более широким и включал 17 групп против 5 в Йокостровской Имандре. Среди них отмечены битотрефесы, циклопы, гаммарусы и редко встречающиеся в числе объектов питания круглые черви, пиявки, малощетинковые черви. Здесь же ряпушка включала в свой рацион моллюсков (сем. Valvatidae, сем. Pisidiidae). Основу питания (по массовой доле) составляли насекомые – личинки поденок, имаго веснянок. Общий индекс наполнения был равен 47‰ (5.7–148). В оз. Куэтъярви в желудках присутствовали только личинки комаров-звонцов, единично найдена куколка листоблошки. Общий индекс наполнения был равен 53‰ (53–86).

### Обсуждение

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что в пресноводных водоемах Мурманской области в основном обитает мелкая форма европейской ряпушки с длиной 10–12 см и средней массой 10–18 г.

Изменение качества воды было результатом действия множества факторов, среди которых основными являются загрязнение и эвтрофирование. В условиях Субарктики повышение трофности является результатом поступления производственных и/или хозяйственно-бытовых сточных

вод с высоким содержанием биогенов, прежде всего фосфора. В оз. Ковдор хроническое долговременное поступление биогенов запустило процесс мощного антропогенного эвтрофирования, следствием чего стало включение механизмов гомеостаза, направленных на утилизацию первичной продукции. Увеличение биопродуктивности водоема проявилось в повышенных структурных и функциональных показателях фито- и зоопланктона, высокой численности и крупноразмерности ковдорской ряпушки. Создалась возможность реализации генетически обусловленных максимальных для данной формы размеров и высокой плодовитости, что в сочетании с низким прессом хищников привело к высоким значениям ихтиопродукции. В условиях повышенной трофии появилась возможность создания энергетических запасов, достаточных для активного соматического и генеративного роста, ежегодного нереста и детоксикации поступающих в организм загрязняющих веществ.

Сопоставимым по размерно-весовым показателям с ковдозерской ряпушкой являлись умбозерское стадо и локальное стадо в г. Белой (вдхр. Имандра). При повышении уровня трофности в г. Белая в начале 1990-х гг. сформировалось локальное стадо с более крупными размерами – средней массой 17 г, максимальной до 80 г. (Королева, 2010). Для оз. Умбозера в 1960-х гг. отмечалось наличие двух экологических форм ряпушки. В северных районах озера обитала мелкая, тугорослая форма, достигавшая в трехлетнем возрасте длины 15 см и массы 30 г. В южном плесе, имеющем более благоприятные кормовые (средняя величина биомассы летнего планктона  $0.5 \text{ г/м}^3$ ) и температурные условия, рыбы были крупнее достигали длины 20 см и массы до 130 г (Рыбы..., 1966). В начале 1980-х гг. в южной части озера по-прежнему сохранялось стадо быстрорастущей крупной ряпушки со средней массой 64 г и длиной 19 см. В возрастной структуре насчитывалось 5 групп (Моисеенко, 1983).

Имандровская ряпушка на большей части акватории имела мелкие размеры, созревала в возрасте 1+, массовое вступление в нерестовое стадо происходило в возрасте 3+. Наибольший% незрелых особей отмечался в значительно загрязненных районах Большой Имандры и северной части Йокостровской Имандры. Таким образом, в техногенно измененных условиях при низкой кормовой базе выживание ряпушки происходило по пути замедления темпов роста, запаздывания созревания и пропусков нереста (Моисеенко, 1983). Стимулирующее действие умеренного эвтрофирования может сдерживаться токсичностью среды, как это наблюдается в г. Монче (вдхр. Имандра) и озере Ковдор.

Таким образом, показано, что возрастная, размерно-весовая структура популяции в целом, темпы роста являются наиболее показательными характеристиками, определяющими условия существования вида в



водоеме, и служащими надёжным интегральным параметром ответа организма на изменение окружающей среды.

### Список литературы

- Аннотированные экологический каталог озер Мурманской области (Восточная часть. Бассейн Белого моря) // под ред. Н.А. Кашулина. В 2 ч. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. – Ч. 1–235 с., Ч. 2–231 с.
- Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области: центральный и юго-западный районы Мурманской области // под ред. Н.А. Кашулина. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2013. В 2 ч. Ч. 1 -222 с.
- Антропогенные изменения лотических экосистем Мурманской области. 2005. Часть 1: Ковдорский район // под ред. Н.А. Кашулина. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 234 с.
- Антропогенные изменения лотических экосистем Мурманской области. Часть 2: Озерно-речная система реки Чуна в условиях аэротехногенного загрязнения // под ред. Н.А. Кашулина. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2007. 238 с.
- Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра. 2002. М.: Наука. 403 с.
- Беляева Г.В. Основные промысловые рыбы озера Имандра и распределение их в водоеме // Тр. ГосНИОРХ. 1975. № 14. С. 42–49.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. – М.: Наука, 2001. 276 с.
- Ихтиофауна малых рек и озер Восточного Мурмана. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. 264 с.
- Кашулин Н.А., Даувальтер В.А., Сандимиров С.С., Терентьев П.М., Денисов Д.Б. Влияние цветной металлургии на состояние субарктических пресноводных экосистем // Цветные металлы, 2011. № 11. С. 71–75.
- Королева И.М. Ряпушка озера Имандра // Сб. докл. III Всероссийской науч. конф. с междун. участием. Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Ч. I. 2010. С. 189–193.
- Королева И.М. Особенности биологии ряпушки в условиях эвтрофирования // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. СПб.: ИНОЗ РАН, 2011. С. 225–232.
- Крогиус Ф.В. Ихтиологические работы на озере Имандра // Работы Мурманской биологической станции. Т.2. 1926. С. 150–152.
- Лукин А.А., Моисеенко Т.И., Кашулин Н.А. Изменение некоторых показателей ряпушки как реакция на меняющиеся условия обитания // В сб. Мониторинг природной среды Севера. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1984. С. 58–62.

- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. 1974. М.: Наука, 256 с.
- Моисеенко Т.И.* влияние на рыб загрязнения субарктического водоема (на примере озера Имандра) // Дисс. на соиск. учен. степени канд. биол. наук., Л., ГосНИОРХ, 1983. 228 с.
- Моисеенко Т.И.* Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики. Апатиты, Изд. КНЦ РАН. 1997. 261 с.
- Решетников Ю.С.* Особенности роста и созревания сигов в водоёмах Севера // Закономерности динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М.: Наука, 1966. С. 93–155.
- Решетников Ю.С.* Сиговые рыбы в северных экосистемах // Вопр. ихтиологии. 1979. Т. 19, №. 3. С. 419–433.
- Решетников Ю.С.* Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
- Рыбы Мурманской области. Мурманск, Мурманское книжное издательство. 1966. 334 с.
- Экологический каталог озер Мурманской области. Северо-западная часть Мурманской области и приграничные территории сопредельных стран: в 2 ч. // Под ред. Н.А. Кашулина. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009. Ч. 1. 226 с., Ч. 2. 262 с.
- 
-

# ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ КИЛЬКИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД НАГУЛА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

**А.В. Коротенко**

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

## Введение

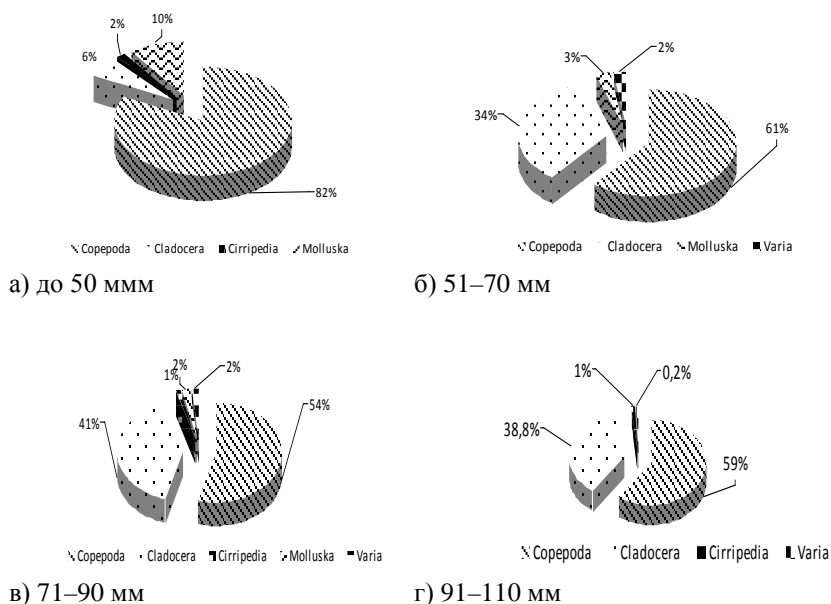
Обыкновенная килька является обитателем пресных вод и зон предельной для Каспия солености. Будучи оксифильным видом, встречается в хорошо аэрируемой воде с содержанием кислорода, часто достигающем перенасыщения. Поскольку данный вид занимает важное место в экосистеме Каспийского моря, одним из основных моментов служит обеспеченность его пищей. В связи с этим, в 2012 г. были продолжены работы по оценке состояния условий нагула обыкновенной кильки в Каспийском море.

## Материал и методика

Сбор материала проводился 15-футовым тралом в светлое время суток по стандартной сетке станций. Всего обработано и проанализировано 448 желудочно-кишечных трактов обыкновенной кильки в период комплексных ихтиологических съемок летом 2012 г. на акватории Северного Каспия. Обработка проб, взятых на питание, проводилась групповым методом для планктофагов. Проба подразделялась на размерные группы, классовый промежуток в которых составлял 5 мм. Степень накормленности рыб выражалась в общих индексах. Пробы по питанию рыб обрабатывались согласно «Методическому пособию по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях» [1].

## Результаты и их обсуждение

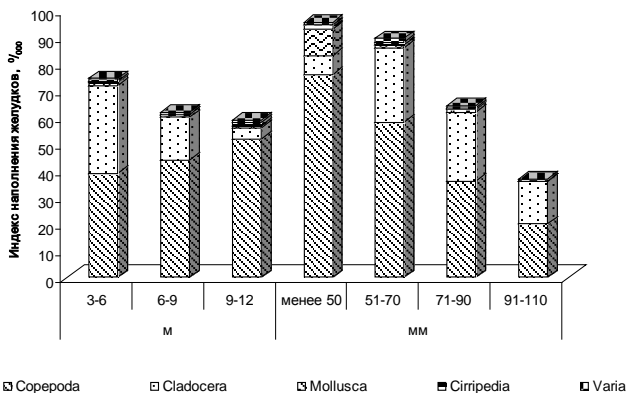
Спектр питания исследуемого вида рыб отличался разнообразием. В рационе обыкновенных килек отмечен 31 компонент. В составе пищи встречались веслоногие, ветвистоусые ракообразные, личинки низших рачков (балянуса), личинки насекомых (хирономиды), ракушковые раки, моллюски и прочие составляющие, представленные кладками яиц различных беспозвоночных и грунтом. Доминирующим кормовым объектом являлись веслоногие рачки, среди которых превалировала *Acartia sp.* Второстепенной пищей служили ветвистоусые ракообразные, из них килька отдавала предпочтение *Bosmina* и *Podonevadne sp.* (рисунок 1 а, б, в, г).



**Рис. 1.** Питание разноразмерных особей обыкновенной кильки в Северном Каспии летом 2012, % по массе.

С увеличением длины тела обыкновенной кильки процентное соотношение веслоногих ракообразных в ее рационе снижалось с 82 до 60%, что обусловлено уменьшением (в 1.5 раза) представителей р. *Acartia* в составе пищи. По мере роста рыб количество пищевых компонентов и индексы наполнения желудков имели тенденцию к снижению. Такая разница в интенсивности питания обусловлена эколого-физиологическими особенностями особей. У молоди рыб в несколько раз выше обменные процессы, направленные на рост и развитие организма, в отличие от взрослых – полностью сформировавшихся экземпляров. Необходимость в большем количестве питательных элементов вынуждает более младшие возрастные группы на постоянное потребление кормовых организмов [2.3. Чем меньше размеры обыкновенной кильки, тем больше в пище особей мелких организмов и тем выше численный показатель индекса наполнения. Кроме того, молодь обитает в верхнем прогревом слое воды, где и сосредотачиваются мелкие формы зоопланктона.

Наиболее высокий индекс наполнения желудков был отмечен у особей длиной менее 50 мм – 93.9‰ против 67.4 и 36.2‰ – у рыб длиной 71–90 мм, 91–110 мм соответственно (рисунок 2).



**Рис. 2.** Динамика общего индекса наполнения летом 2012 г., ‰

С увеличением глубины, а следовательно и солености, в пище обыкновенной кильки доля веслоногих рачков возрастает (с 50.3 до 87.8% по массе) с одновременным снижением количества ветвистоусых ракообразных (с 44.7 до 6.3% по массе). Указанная тенденция наблюдалась в результате уменьшения в рационе представителей р. *Bosmina*. Поскольку эти организмы являются пресноводными видами, то их численные показатели и биомасса уменьшаются при возрастании солености. Так, до 6-метровой изобаты их доля в пищевом комке составляла 25.4% по массе против 0.1% в интервале глубин от 9 до 12 м. Наиболее разнообразный спектр питания отмечен у особей, нагуливающихся на глубине 3–6 м (31 компонент), что обусловлено лучшим развитием кормовой базы на мелководье. Здесь же наблюдались и максимальные значения индексов наполнения желудков особей – 76.31‰. По мере возрастания глубины накормленность килек снижалась.

Таким образом, анализ представленного материала по питанию обыкновенной кильки позволяет сделать следующие выводы:

Исследовательский улов кильки в Северном Каспии летом 2012 года состоял в основном из особей 51–71 мм (174 экземпляра).

В летний период 2012 г. для всех размерных групп кильки в исследуемом районе Каспийского моря доминирующим кормовым объектом служили веслоногие ракообразные.

По мере увеличения длины тела рыб индексы наполнения желудков снижались.

С увеличением глубины накормленность обыкновенной кильки имела

тенденцию к снижению.

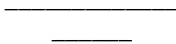
В целом анализ трофологического материала летом 2012 г. на акватории Северной части Каспийского моря позволяет характеризовать условия нагула обыкновенной кильки как благоприятные, о чем свидетельствуют высокие показатели накормленности ( $36.21\text{--}93.91^{0/000}$ ).

### **Список литературы**

Методическое пособие по изучению питания пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 253 с.

*Кычанов В.М.* Биологические тесты в воспроизводстве ценных видов рыб. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. 162 с.

*Карпюк М.И., Кычанов В.М.* Эколого-физиологические аспекты рыбоводства. Астрахань: КаспНИРХ, 2006. 186 с.



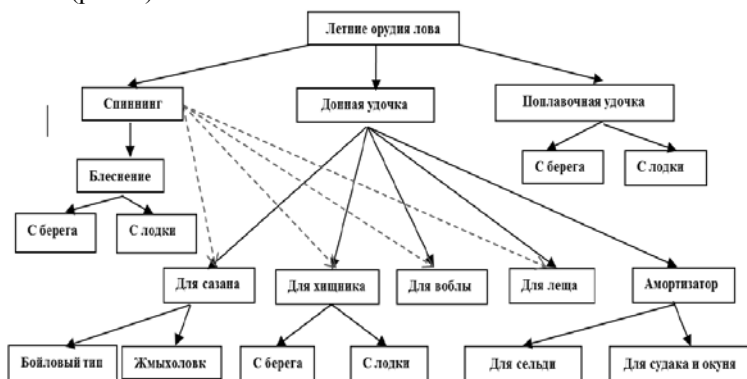
# ОРУДИЯ ЛОВА ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПОДРАЙОНЕ

**Н.Н. Костюрин, В.В. Барабанов, Д.Д. Асейнов, Д.Н. Просвирин**  
*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства*  
(ФГУП «КаспНИРХ»), *kaspiy-info@mail.ru*

В настоящее время в Астраханской области рыболовами-любителями применяется большое количество орудий лова, которые различаются конструктивными особенностями, селективностью лова. Поэтому целью наших исследований было проанализировать применяемые в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Астраханская область) любительские орудия лова, систематизировать их и дать оценку им на соответствие требованиям Правил рыболовства.

Всего в 2013 г. проанализировано более 6 тыс. любительских орудий лова, в том числе: поплавочная удочка – 520 шт., донная удочка – 2308 шт. и спиннинг – 3234 шт.; 805 зимних орудий лова, в том числе: поплавочная удочка – 47 шт., удочка с кивком – 422 шт., удочка для блеснения – 254 шт. и живцовая удочка – 81 шт.

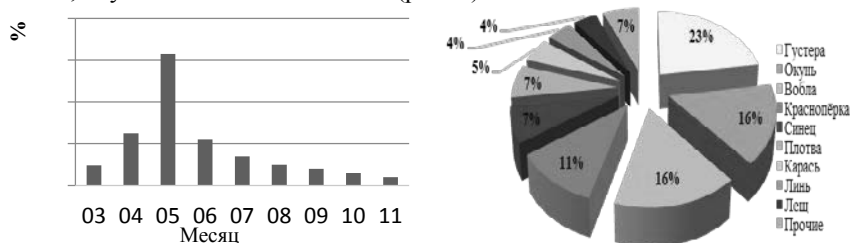
Анализ собранного материала показал, что применяемые в регионе любительские орудия лова делятся на две группы: летние и зимние. К летним орудиям лова относятся поплавочная удочка, донная удочка и спиннинг (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема летних орудий лова, применяемых для любительского рыболовства в Астраханской области в 2013 г.

*Поплавочная удочка* – одна из простейших рыболовных снастей, в конструкцию которой входит: удилище длиной 2- 9 м, леска с поплавком, крючки от 3 до 7 шт. и груз. В течение года ее использовали в основном в

мае – 31.5%, во время залития полей дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы. Кроме того, поплавочная удочка применялась на водотоках с замедленным течением или отсутствием такового. Видовой состав уловов поплавочной удочки был представлен в основном густерой – 23%, окунем и воблой – по 16%. (рис. 2).

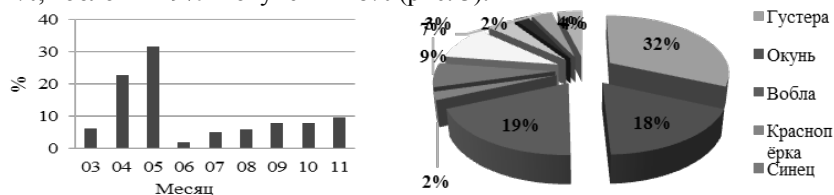


**Рис. 2.** Сезонная динамика применения поплавочной удочки и видовой состав ее уловов в 2013 г.

Анализ применяемых поплавочных удочек на соответствие Правилам рыболовства показал, что в 10% случаях у рыболовов-любителей было на удочках более 5 крючков. В Правилах рыболовства действует ограничение в количестве крючков, которых должно быть не более 5 шт. на орудие лова у одного рыболова-любителя. Количество поплавочных удочек у одного рыболова-любителя во время рыбалки колебалось от 1 до 5 шт. В 20% случаях было зафиксировано использование более 2 поплавочных удочек.

*Донная удочка (донка)* – рыболовная снасть, для ужения рыбы в придонном горизонте. Ловля донкой проводится как с берегов, так и с лодок. В зависимости от конструктивных особенностей, применяемых оснасток, приманок донные удочки подразделяются на 5 разновидностей.

В конструкцию *донной удочки для воблы* входит: леска, поводки с крючками до 7 шт., в среднем 3–5 шт., и груз. Применялась данная конструкция в основном в апреле (22.8%) и в мае (31.6%). Видовой состав уловов донной удочки был представлен в основном густерой – 32%, воблой – 19% и окунем – 18% (рис. 3).

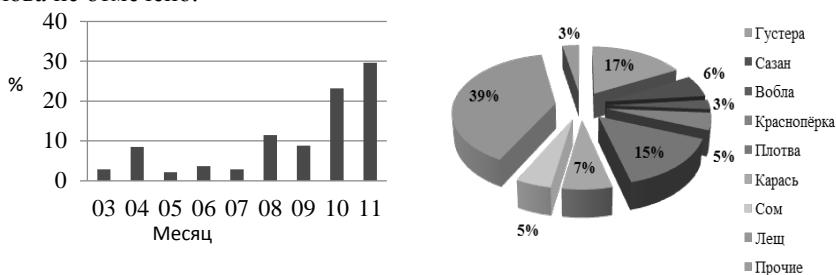


**Рис. 3.** Сезонная динамика применения донной удочки для воблы и видовой состав ее уловов в 2013 г.



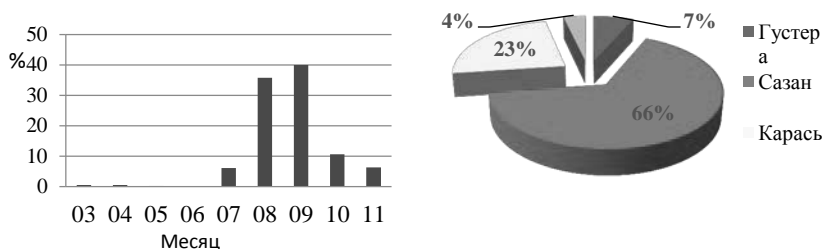
Количество донок у рыболовов-любителей варьировало от 1 до 5 шт. Около 20% рыболовов-любителей нарушали количественные ограничения по крючкам Правил рыболовства.

*Донная удочка для ловли леща* оснащается леской с расположением 1–2 поводков 0.5 м длины с крючками. Донка для леща главным образом использовалась в октябре – 23.2% и ноябре – 29.6%. Уловы состояли из следующих видов: лещ – 41%; густера – 18%; плотва – 15% (рис. 4). Максимальное количество донных удочек для леща у одного рыболова не превышало 5 шт. Нарушений Правил рыболовства по данному орудию лова не отмечено.



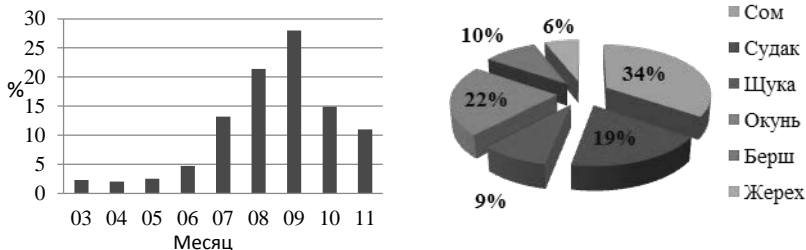
**Рис. 4.** Сезонная динамика применения донной удочки для леща и видовой состав ее уловов в 2013 г.

*Донная удочка для сазана*, согласно Правилам рыболовства, оснащается одним крючком и грузом. Однако всеми рыболовами-любителями, занимающимися ловлей сазана, применяется иная конструкция, куда входят груз со сквозным отверстием, от 2 до 4 поводков с крючками и жмых. Такое орудие лова Правилами рыболовства запрещено. По количеству донок для сазана у рыболовов отмечено до 10 удочек. В течение года донки для сазана применялись в августе – 35.8% и в сентябре – 40.0%. Видовой состав уловов был представлен сазаном – 66% и карасем – 23.0% (рис. 5).



**Рис. 5.** Сезонная динамики применения донной удочки для сазана и видовой состав ее уловов в 2013 г.

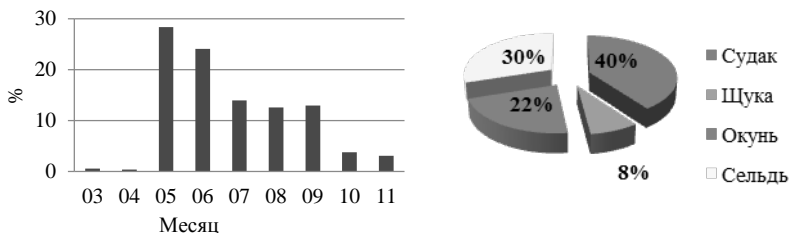
*Донная живцовая удочка* оснащается поводками длиной 1–1.3 м с одинарным крючком и грузом. Применялась в сентябре 28.4% и в августе – 21.4% для ловли судака, сома, щуки. В качестве приманки использовались мелкие частиковые рыбы и лягушки. Видовой состав уловов на живца был представлен сомом – 34%, окунем – 22% судаком – 19% (рис. 6).



**Рис. 6.** Сезонная динамика применения донной живцовой удочки и видовой состав ее уловов в 2013 г.

Распространенным нарушением для данного орудия лова являлось использование крючков запрещенных размеров, т.е. больше №12. Обычно рыболовы-любители выставляли донную живцовую удочку в количестве от 2 до 10 шт.

*Донная удочка с амортизатором* состоит из лески, резинки, поводков с крючками 5–10 шт. и тяжёлого груза. По количеству удочек с амортизатором у рыболовов была отмечено 1 удочка. Применяется она в мае – 28.4%, июне – 24.1% и июле – 14.0%. Видовой состав уловов удочки с амортизатором был представлен судаком – 40%, сельдью-черноспинкой – 30% и окунем – 22% (рис. 7). Из перечисленных рыб сельдь-черноспинка является запрещенным объектом лова.

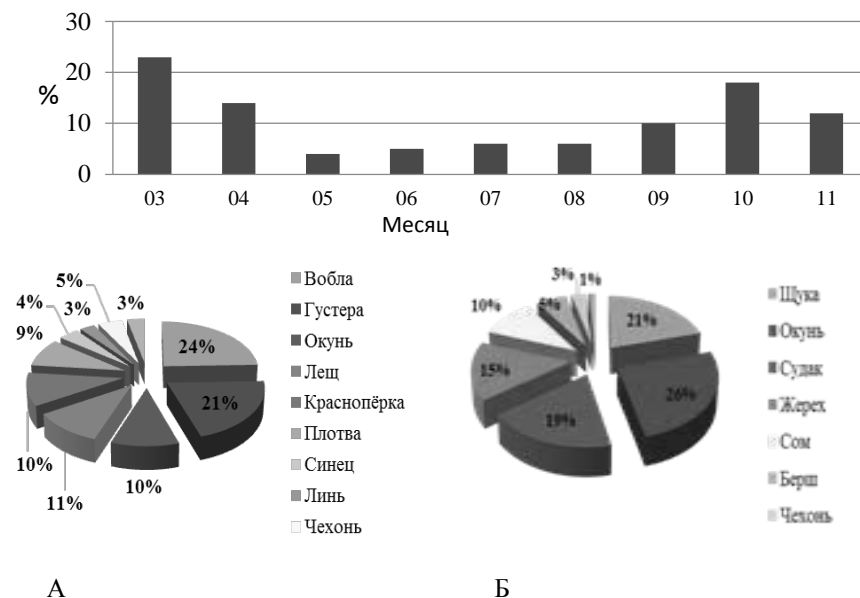


**Рис. 7.** Сезонная динамика применения амортизатора и видовой состав его уловов в 2013 г.

*Спиннинг* является универсальной рыболовно-спортивной снастью для ловли хищных видов рыб. В конструкцию спиннинга входит:

удилище длиной 1.5–4.5 м, катушка, леска, поводок и приманка. Кроме того, спиннинговую снасть многие рыболовы использовали в качестве донной удочки, причём ее можно использовать для всех типов донков, кроме амортизатора. При ловле хищников в качестве приманок применялись блесна (щуčky – от 8 до 15 г; суда́чы – 40–113 г, также применялись самодельные блесна в виде трубки, залитые свинцом – 50–150 г; вращающиеся – 15–40 г; колеблющиеся – 10–40 г и др.), воблеры размером 5–27 см с заглублением 1.5–7 метров, а также использовались воблеры без лопасти – поверхностные (попперы 4–15 г), джигголовки – 20–56 г с силиконовыми насадками (виброхвосты, твистеры, рыбки стрим и др.). В период «открытой» воды спиннинг по частоте применения доминировал среди любительских орудий лова. Чаще всего его применение приходилось на март –23.0% и октябрь –18.0% (рис. 8).

Уловы на спиннинговую снасть при донной оснастке состояли из следующих рыб: вобла – 24%; густера – 21%; окунь – 10%; и при использовании искусственных приманок: окунь – 26%; щука – 21%; судак – 19%.

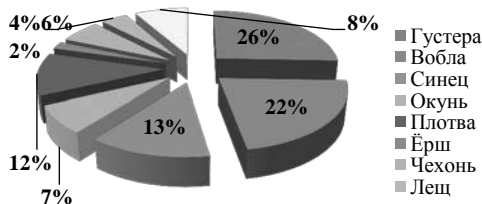


**Рис. 8.** Сезонная динамика применения спиннинга и видовой состав его уловов в 2013 г. А – донная оснастка; Б – с применением искусственных приманок

является троллинг. Данным способом ловят хищников в основном выше г. Астрахани по р. Волге и в водных объектах Волго-Ахтубинской поймы.

Самым распространенным нарушением Правил рыболовства при лове спиннингом с донной оснасткой является применение количества крючков сверх нормы, как правило, более 5 шт. (7–10 шт.). По количеству спиннингов у рыболовов-любителей было отмечено от 1 до 12 шт. При оснастке спиннинга под лов хищников с применением искусственных приманок нарушается разрешенное количество якорьков на блеснах, воблерах и поперах. На данных приманках разрешено устанавливать не более одного якорька, на практике рыболовы-любители оснащают приманки 2–3 якорьками, да еще превышающие разрешенный размер №12. При троллинге имеют место уже перечисленные нарушения, касающиеся количества якорьков и их размеров и дополнительно нарушается количественное ограничение применения орудий лова (разрешено не более двух, а используются от 3 до 7 шт.).

К зимним орудиям лова относятся: зимняя поплавочная удочка, удочка с кивком, удочка для блеснения и живцовая удочка. В конструкцию удочки с кивком входило: короткое удилище с катушкой, леска, поводки, крючки или мормышки от 1 до 7 шт. и груз. Видовой состав уловов удочки с кивком был представлен густерой – 26%; воблой – 22%; синцом – 13%; плотвой – 12% (рис. 9).



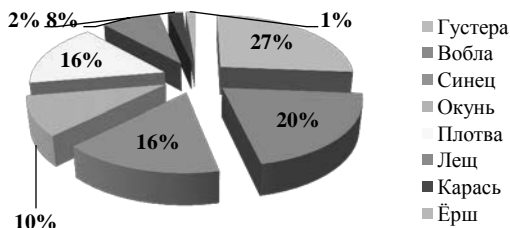
**Рис. 9.** Видовой состав уловов удочки с кивком в 2013 г.

Зимняя поплавочная удочка состоит из удильника, оснащенного небольшой катушкой или мотовилом, поплавок, поводка, крючков или мормышек – 2–7 шт. и груз. По количеству зимних удочек с поплавком у рыболовов-любителей было отмечено 1–2 шт. Уловы в основном состояли из рыб: густера – 27%, вобла – 20%, синец – 16% (рис. 10).

В категорию удочек для зимнего ужения на живца (живцовая удочка) входили: жерлицы, используемые для ловли щуки на мелководье с применением тройных или двойных крючков. Видовой состав уловов жерлиц представлен в основном щукой – 83.3% и окунем – 16.7%.

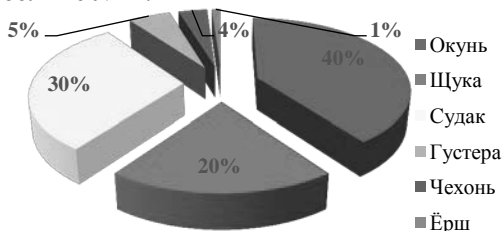
По количеству жерлиц у рыболовов-любителей было отмечено от 5 до

30 шт., что являлось нарушением Правил рыболовства, кроме того, регулярно нарушались разрешенные размеры крючков, тройников.



**Рис. 10.** Видовой состав уловов на зимнюю поплавочную удочку в 2013 г.

Удочка для блеснения состояла из рукоятки с шестиком длиной до 1 метра, катушки, лески и приманки. Данная удочка подразделяется на два вида: для окуня и судака. При ловле окуня использовались лёгкие блёсна. При ловле судака, обычно в водоёмах с сильным течением применялись тяжёлые блёсна овальной или цилиндрической формы, а также тяжёлые джигголовки, оснащённые силиконовыми насадками (твистеры, виброхвосты) или мальками. Видовой состав уловов зимней удочки для блеснения был представлен окунем – 40%, судаком – 30%, щукой – 20%, чехонью – 3.6% (рис. 11). Нарушением Правил рыболовства для данных видов орудий лова было применение запрещенных размеров крючков и якорьков, т. е. больше №12.



**Рис. 11.** Видовой состав уловов на зимнюю удочку для блеснения в 2013 г.

Таким образом, в Волго – Каспийском рыбохозяйственном подрайоне любительским рыболовством применяются более 10 видов орудий лова, различающихся по селективности, периоду применения, конструктивными особенностями. Популярным орудием лова среди рыболовов-любителей в период «открытой» воды в 2013 г. являлся спиннинг, и его применение было отмечено для лова практически всех

видов рыб – объектов любительского рыболовства Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона (Астраханская область). Видовой и количественный состав применяемых при спиннинговом лове искусственных приманок и насадок вообще не поддавались учёту. Из зимних орудий лова выделить по популярности можно несколько видов, это в первую очередь удочка с кивком, затем жерлицы и удочка для блеснения. Ассортимент применяемых на них мормышек, блесен и др. насадок был очень большой. Вместе с тем, применение рыболовами-любителями орудий лова в большинстве случаев проходит с нарушениями Правил рыболовства. В основном эти нарушения связаны с использованием запрещённых размеров крючков – якорьков, нарушения количественных ограничений как крючков, так и орудий лова. Следует отметить, что в торговой сети отсутствует консультативная помощь рыболовам-любителям и для продажи им предлагаются заведомо запрещенные орудия лова (жмыхоловки), приманки, в основном воблеры и поперы с нарушениями количественных и размерных ограничений якорьков. Поэтому в целях сохранения и рационального использования водных биоресурсов необходимо усилить контроль со стороны рыбоохраны по применяемым орудиям лова любителями-рыболовами, также следует проводить разъяснительно-консультативные мероприятия в местах продажи принадлежностей для рыбной ловли и средствах массовой информации.

---

Научное издание

**Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Материалы докладов II Всероссийской конференции с международным участием. 6–9 ноября 2014 г., Борок, Россия. В двух томах. Том 1.**

Редакторы *В.К. Голованов, М.И. Шатуновский, Ю.В. Герасимов*  
(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 10.07.2014 г. Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 20.9. Печ. л. 12.2. Тираж 250 экз. Заказ от 10.07.2014.

**Издательство «ПОЛИГРАФ-ПЛЮС»**

Издательство ПОЛИГРАФ-ПЛЮС  
Почтовый адрес: 125438, г. Москва, ул. Автомоторная,  
дом 76, подъезд 2, офис 312.  
Адрес электронной почты: [rostest-iv@inbox.ru](mailto:rostest-iv@inbox.ru)  
Телефон: (499) 408-01-16

Отпечатано в ООО «Костромской печатный дом»,  
156000, г. Кострома, ул. Мясницкая, 43-а, корп. Б