



# ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

2022 г. Том 23. №3

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

# ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

Том 23 №3 2022

Июль – сентябрь

Основан в 2000 г.  
Выходит 4 раза в год  
ISSN 0234-2774

Главный редактор:  
*О.А. Булатов*

Редакционный совет:  
К.В. Колончин (председатель),  
А.А. Байталюк, В.А. Беляев, О.И. Бетин, Р. Дж. Бимиш,  
Э.В. Бубунец, И.В. Бурлаченко, Г.А. Волошин,  
А.В. Долгов, А.В. Жигин, А.М. Каев, А.Н. Котляр  
(научный редактор), А.А. Лукин, Д.С. Павлов,  
Е.В. Романов, Г.И. Рубан, А.Н. Сёмин, Г.Е. Серветник,  
С.Н. Серёгин, А.А. Смирнов, А.С. Труба, Е.Н. Шадрин,  
У. Шигехико, В.П. Шунтов

---

Заведующая редакцией *Е.В. Трегубова*  
Адрес редакции: 105187, Москва,  
Окружной проезд, д. 19,  
тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: [vr@vniro.ru](mailto:vr@vniro.ru)



FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES

# PROBLEMS OF FISHERIES

Vol. 23 issue 3 2022

July – september

Founded in 2000  
Four issues every year  
ISSN 0234-2774

Editor-in-chief:  
*O.A. Bulatov*

Editorial Board:

K.V. Kolonchin (Charmain),

A.A. Baitalyuk, V.A. Belyaev, O.I. Betin, R. Beamish,  
E.V. Bubunets, I.V. Burlachenko, G.A. Voloshin, A.V. Dolgov,

A.V. Zhigin, A.V. Kaev, A.N. Kotlyar (Scientific Editor)

A.A. Lukin, D.S. Pavlov, E.V. Romanov, G.I. Ruban,  
A.N. Semin, G.E. Servetnik, S.N. Seregin, A.A. Smirnov,  
A.S. Truba, E.N. Shadrin, U. Shigehiko, V.P. Shuntov



---

Staff Editor *E.V. Tregubova*  
Address of the Editorial Office: Nr. 19,  
Okružhnoy proezd, 105187, Moscow  
Phone: 8 (499) 264-65-33, e-mail: [vr@vniro.ru](mailto:vr@vniro.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ

## ОБЗОР

- Современное состояние запасов и искусственного воспроизводства стерляди в России  
*А.Д. Быков, С.Ю. Бражник* ..... 5

## ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

- Промысел и состояние запасов трески Баренцева и Норвежского морей  
*О.А. Булатов, Д.А. Васильев, Ю.А. Ковалев, А.А. Четыркин* ..... 31
- Краткие результаты исследований антарктических крабоидов в Тихоокеанском секторе Антарктики  
*С.Е. Аносов, Н.Н. Кухарев, В.И. Кириченко* ..... 48
- Окунь-клювач *Sebastes mentella* моря Ирмингера – современные представления о структуре, состоянии запаса и мерах регулирования промысла  
*А.Ю. Рольский* ..... 56
- Характеристика рыболовства в открытых и конвенционных районах Мирового океана в 2020 г. по данным спутникового мониторинга и перспективы развития российского промысла в этих районах  
*М.М. Дубищук* ..... 70
- Современная промыслово-биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* Куйбышевского водохранилища  
*Ф.М. Шакирова, О.К. Анохина, А.А. Смирнов, Г.Д. Валиева* ..... 91

## БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

- Нерка *Oncorhynchus nerka* (Salmoniformes, Salmonidae) материкового побережья Охотского моря  
*С.Л. Марченко* ..... 102
- Состояние гонад самок амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt из реки Амур в связи с оценкой воспроизводительной способности  
*В.А. Беляев, К.Е. Федоров, А.В. Новосадова* ..... 122
- Современное состояние запасов, особенности распределения и промысла тихоокеанской наваги (*Eleginus gracilis*, Gadidae) юго-западной части Берингова моря  
*О.В. Новикова* ..... 131

## АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

- Бицикличное созревание самок радужной форели в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ)  
*Н.И. Шиндавина, А.А. Зинченко, Д.У. Ташбаев, В.Я. Никандров, А.А. Лукин* ..... 146
- Возможность разведения и содержания атлантического осетра на Конаковском рыбозаводе  
*В.Ю. Жарикова, А.В. Мищенко, М.С. Караваева, О.Ю. Вилкова, К.В. Жариков* ..... 153
- Повышение эффективности производства аквакультуры через развитие информационных цифровых технологий  
*О.И. Бетин, А.С. Труба, В.П. Черданцев, М.В. Тронина* ..... 163
- Технологии искусственного интеллекта в аквакультуре  
*В.П. Черданцев, Т.М. Свечникова, М.В. Тронина* ..... 171

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Методические рекомендации по оценке прилова мегабентосных организмов в донных тралах и опыт их использования в Баренцевом море  
*Д.В. Захаров, Н.А. Стрелкова, И.Е. Манушин, О.Л. Зимица, К.С. Хачатурова, Д.Ю. Блинова, Л.Л. Йоргенсен* ..... 179

# CONTENTS

## REVIEWS

- The current state of stocks and artificial reproduction of Sterlet in Russia  
*A.D. Bykov, S.Y. Brazhnik* ..... 5

## AQUATIC ORGANISMS FISHERY

- Fishery and the state of the Barents and Norwegian Seas cod stock  
*O.A. Bulatov, D.A. Vasilyev, Yu.A. Kovalev, A.A. Chetyrkin* ..... 31
- The brief results of the research of antarctic crabs in the Pacific sector of Antarctic  
*S.E. Anosov, N.N. Kukharev, V.I. Kirichenko* ..... 48
- Beaked redfish *Sebastes mentella* of the Irminger Sea – current view on the stock structure, its status and management measures  
*A.Y. Rolskii* ..... 56
- Characteristics of fishery in open sea and conventional areas of the World ocean in 2020 according to satellite monitoring data and prospects for the development of the Russian fishery in these areas  
*M.M. Dubishchuk* ..... 70
- Modern commercial and biological characteristics of zander *Sander lucioperca* (L) of the Kuibyshev reservoir  
*F.M. Shakirova, O.K. Anokhina, A.A. Smirnov, G.D. Valieva* ..... 91

## BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

- Sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Salmoniformes, Salmonidae) of continental coast of the Sea of Okhotsk  
*S.L. Marchenko* ..... 102
- Condition of Amur sturgeon female gonads *Acipenser schrenckii* Brandt from Amur river in connection with evaluation of reproducibility  
*V.A. Belyaev, K.E. Fedorov, A.V. Novosadova* ..... 122
- The current state of stocks, distribution and fishing of saffron cod (*Eleginus gracilis*, Gadidae) in the southwestern part of the Bering Sea  
*O.V. Novikova* ..... 131

## AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

- Twice-annually spawning of rainbow trout females in recirculation systems  
*N.N. Shindavina, A.A. Zinchenko, D.U. Tashbaev, V.Ya. Nikandrov, A.A. Lukin* ..... 146
- Possibility of breeding of Atlantic sturgeon at the Konakovsky fish factory  
*V.Y. Zharikova, A.V. Mishchenko, M.S. Karavayeva, O.Y. Vilkova, K.V. Zharikov* ..... 153
- Increasing the efficiency of aquaculture production through the development of information and digital technologies  
*O.I. Betin, A.S. Truba, V.P. Cherdantsev, M.V. Tronina* ..... 163
- Artificial intelligence technologies in aquaculture  
*V.P. Cherdantsev, T.M. Svechnikova, M.V. Tronina* ..... 171

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY INVESTIGATIONS

- Guidance for the assessment of the megabenthos bycatch in the bottom trawl in the course of research surveys  
*D.V. Zakharov, I.E. Manushin, N.A. Strelkova, O.L. Zimina, K.S. Khacheturova, D.Ju. Blinova, L.L. Jorgensen* ..... 179

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ В РОССИИ

© 2022 г. А.Д. Быков, С.Ю. Бражник

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, 105187  
E-mail: 89262725311@mail.ru*

Поступила в редакцию 5.04.2022 г.

На основе анализа литературных источников по истории рыболовства в реках и водохранилищах России за XX и начало XXI вв. приводится характеристика современного состояния запасов стерляди по субъектам России в отдельных рыбохозяйственных бассейнах. Основными причинами снижения уловов стерляди для Волжского бассейна является гидростроительство, для рек Сибири – браконьерство. В результате мероприятий по реинтродукции и массового зарыбления молодь стерляди к 20-м годам XXI в. в отдельных водохранилищах и реках Европейской части страны были сформированы «заводские» популяции стерляди промысловой численности.

*Ключевые слова:* стерлядь, *Acipenser ruthenus*, промысел, уловы, искусственное воспроизводство, реинтродукция.

### ВВЕДЕНИЕ

На протяжении XIX и начала XX вв. рыбохозяйственное значение стерляди на речных промыслах бассейна Верхней и Средней Волги было исключительно велико. В густонаселенных районах Центральной России и Поволжья стерлядь, как объект коммерческого лова, имела важное значение в рыбных промыслах на р. Шексне, среднем течении р. Волги, нижнем течении рек Камы и Оки (Диксон, 1916; Шмидтов, 1939). В реках Севера и Сибири лов стерляди в тот период был преимущественно потребительским (Якобсон, 1915; Подлесный, 1963).

Промышленную эксплуатацию запасов стерляди в советский период можно условно разделить на два этапа: промысел в реках до гидростроительства и, начиная с 60–70-х гг. XX в. – промышленный лов в водохранилищах и на не зарегулированных участках рек. Строи-

тельство плотин ГЭС повсеместно негативно сказалось на состоянии популяций стерляди, во всех водохранилищах, произошло сокращение местообитаний, пригодных для её обитания и смещение её скоплений на участки с наибольшей проточностью, приуроченные к верхним плёсам. Вследствие сокращения площадей нерестилищ масштабы и эффективность естественного воспроизводства резко снизилась, а уловы в зоне подпора по сравнению с речными акваториями упали многократно.

Современным периодом эксплуатации запасов стерляди можно условно считать весь постперестроечный период до наших дней, который характеризовался интенсивным браконьерством, развалом системы учёта вылова и в сочетании с практически полным отсутствием эффективного нереста в условиях водохранилищ. Все эти факторы при-

вели к резкому сокращению численности промысловых популяций до категории редкого или исчезающего вида.

Таким образом, большинство ранее промышленно эксплуатируемых популяций сейчас занесены в региональные Красные Книги отдельных субъектов России и данный вид на большей территории ареала теперь не является объектом рыболовства. С другой стороны, за последние 10 лет на отдельных водных объектах Европейской части страны резко возросли масштабы зарыбления отдельных участков рек и водохранилищ и появились искусственно сформированные популяции из рыб преимущественно «заводского» происхождения.

Началом развития искусственного воспроизводства стерляди считается 1869 г., когда профессор Санкт-Петербургского университета, академик Филипп Васильевич Овсянников впервые искусственно оплодотворил икру стерляди и получил жизнеспособное потомство. Эти исследования послужили началом изучения эмбрионального развития осетровых рыб, а также освоению нового направления отечественного рыбоводства – стерлядеводства. В конце XIX и начале XX вв., крупнейшие ихтиологи и рыбоводы того времени (Ф.В. Овсянников, В.В. Заленский, А.А. Остроумов, О.А. Гримм, Н.А. Бородин, И.Н. Арнольд и др.) поставили перед собой чисто практические задачи по организации разведения стерляди. Это нашло свое отражение в серии работ по выращиванию молоди, полученной в результате искусственного оплодотворения икры стерляди. А также и по выращиванию в прудах маломерной стерляди – «пиковок», выловленной в естественных водоёмах (Овсянников, 1873; Пельцам, 1886; Бородин, 1897; Баженов, 1907; Остроумов, 1910, 1915; Гримм, 1931; Арнольд, 1915; Котов, 1915, 1916).

Однако все эти попытки, хотя и позволили накопить фактический материал, в прямом своем назначении оказались малоэффективными, так как выращивание стерляди не приняло тогда массового характера.

Решающую роль во всех этих неудачах сыграла нехватка посадочного материала – икры и личинок стерляди. Дело в том, что количество получаемой, пригодной для оплодотворения икры лимитировалось количеством вылавливаемых текучих самок, которые достигли такого состояния, когда зрелая икра способна вытекать (V стадия зрелости гонад). Между тем, количество подобных производителей на весенних заготовках оказывалось крайне низким (Диксон, 1916, 1919; Шмидтов, 1938).

Мысль исследователей уже давно была направлена на выдерживание самок, с тем, чтобы за период их содержания в садках и прудах икра дозрела, и начала свободно вытекать так, как это бывает у особей, выловленных на нерестилищах в момент икрометания. Попытки в этом направлении ставились всеми работавшими со стерлядью, но созревание икры не происходило (Арнольд, 1915).

Как в 70-х гг. XIX в., так и в – 30-х XX в., нехватка производителей являлась тормозом для широкой организации заводского разведения стерляди. Количество вылавливаемых текучих самок было крайне ограниченным, а способов получения икры от самок стерляди, имеющих половые железы в IV стадии зрелости, еще не было известно. Новым, прогрессивным этапом развития стерлядеводства стал 1937 г., когда профессор Н.Л. Гербильский и его ученики стали широко применять, разработанный им же метод гипофизарных инъекций, и прежде всего, в части воспроизводства осетровых (Гербильский,

1941, 1942). Применение данного метода на практике во много раз повысило эффективность искусственного воспроизводства стерляди.

Впервые икру от самки стерляди по этому методу в ТатССР получил Г.М. Персов, работая на Черемшанских нерестилищах Средней Волги (Персов, 1949). Однако продолжить работы в промышленных масштабах долгое время было невозможно из-за отсутствия специализированных рыбопитомников (Персов, 1963; Щукин, 1977).

Хищнический вылов осетровых и в частности стерляди в конце XX в., поставил под угрозу безвозвратной потери не только промысловые запасы этих видов, но и само существование отдельных популяций. Поэтому искусственное разведение стерляди приобрело исключительно важное значение не только с точки зрения научно-практических экспериментов, но и как стратегический общегосударственный комплекс мероприятий в отечественном рыболовстве, направленный на сохранение и увеличение ценных видов водных биоресурсов во внутренних водоёмах нашей страны.

Обзор данных о состоянии запасов, объемах вылова и масштабах искусственного воспроизводства стерляди по регионам, технологическим схемам организации рыболовных работ, особенностям формирования «заводских» популяций стерляди в границах ареала данного вида осетровых в России за первые два десятилетия XXI в. и является целью данной работы.

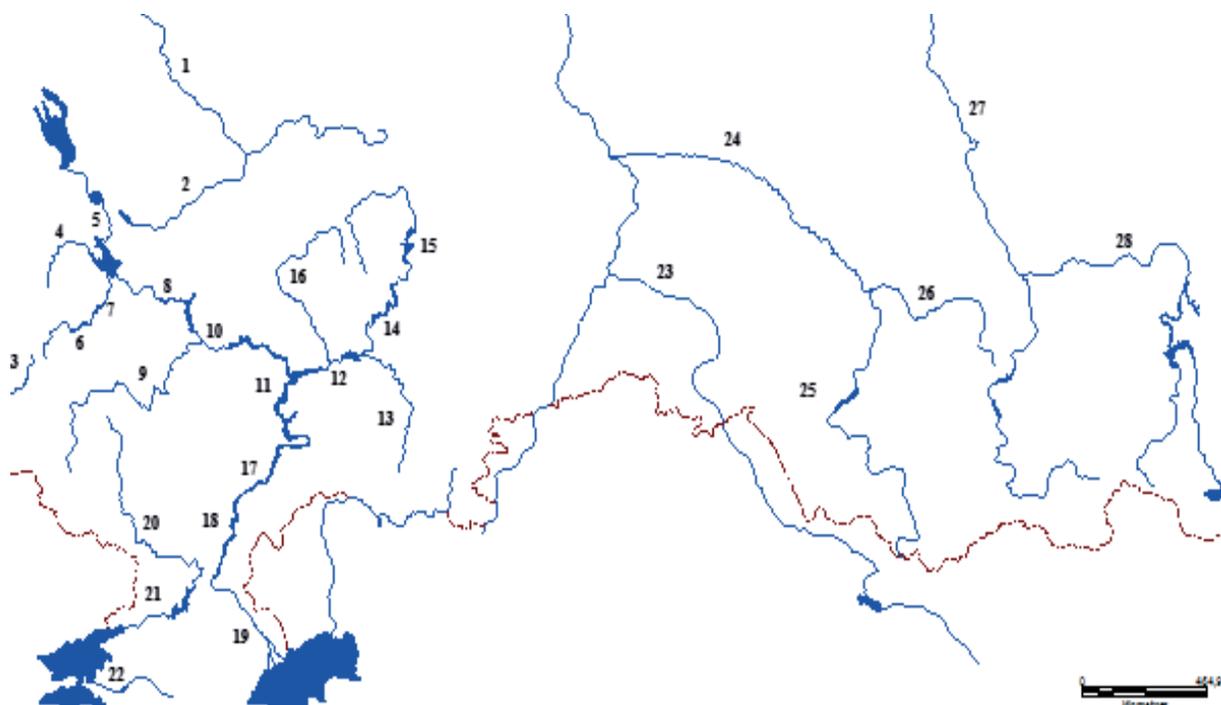
Для краткого описания состояния популяций и работ по искусственному воспроизводству стерляди в России мы сгруппировали для описания региональных особенностей результатов этих мероприятий в направлении с запада на восток по речным бассейнам, субъек-

там РФ, водным объектам, типу и количеству рыболовных хозяйств, объемам выпуска и динамике численности естественных и «заводских» популяций стерляди (рис.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Характерной чертой промысловой статистики в России на современном этапе является недостоверность данных по вылову, особенно ценных объектов промысла. Точного учёта вылова стерляди не было и в советские годы, когда значительная часть ее уловов шла на котловое питание рыболовецких артелей и на собственное потребление рыбаками, включая и значительные объёмы хищения при государственном лове (Шмидтов, 1939; Еньшина, 1986). В рыночных условиях, организация регулирования рыболовства во внутренних водоёмах через деление общей промышленной квоты ОДУ на множество мелких рыбозаготовителей привело к тому, что фактические уловы у официальных рыбаков, не считая браконьеров, порой превосходят официальные в 15–20 раз, как это происходит, например, в реках Западной Сибири (Литвиненко и др., 2013; Крохалевский, Матковский, 2015; Шулика, Тунев, 2020). Поэтому, на тех водных объектах, где промышленная эксплуатация запасов стерляди еще официально разрешена (среднее течение рек Обь, Кама, Вятка), её среднегодовой официальный вылов в среднем не превышает одной тонны (табл. 1).

Сравнение официального суммарного вылова стерляди по России за 2001 г. по всем категориям лова показало, что в 2001 г. общие уловы стерляди составляли 30 т, а в 2020 г. – 8,5 т. Причем в 2001 г. основной объём вылова составляли промышленные квоты, а в 2020 г. – квоты на искусственное воспроизводство.



**Рис.** Карта-схема расположения водных объектов, в которых проводится мониторинг состояния популяций стерляди филиалами ФГБНУ «ВНИРО» (1 – р. Сев. Двина; 2 – р. Сухона; 3 – р. Днепр; 4 – р. Молога; 5 – р. Шексна; 6 – Ивановское водохранилище; 7 – Угличское водохранилище; 8 – Горьковское водохранилище; 9 – р. Ока; 10 – Чебоксарское водохранилище; 11 – Куйбышевское водохранилище; 12 – Нижнекамское водохранилище; 13 – р. Белая; 14 – Воткинское водохранилище; 15 – Камское водохранилище; 16 – р. Вятка; 17 – Саратовское водохранилище; 18 – Волгоградское водохранилище; 19 – нижнее течение р. Волга; 20 – р. Дон; 21 – Цимлянское водохранилище; 22 – р. Кубань и Кубанское водохранилище; 23 – р. Иртыш; 24 – р. Обь; 25 – Новосибирское водохранилище; 26 – р. Чулым; 27 – р. Енисей; 28 – р. Ангара).

Наибольший объём зарыбления молодью стерляди осуществляют с рыбоводных предприятий, расположенных в бассейне Волги и Дона и, существенно меньше, в водоёмах Сибири, где их суммарное количество на всю Западную и Центральную Сибирь не превышает шести (табл. 2).

В бассейнах рек Балтийского моря (в границах Калининградской, Ленинградской, Псковской и Новгородской областей) зарыбление стерлядью в последние 20 лет не осуществлялось и её самовоспроизводящихся популяций здесь нет (Костюничев и др., 2015).

В Северной Двине на рубеже XIX–XX вв. ежегодно добывали около 10,0 т стерляди (Якобсон, 1915). В 1930–

1950-е гг. её уловы сократились до 5,0 т с колебаниями от 0,4 до 15,0 т в отдельные годы. В последующие три десятилетия средний вылов северодвинской стерляди не превышал 4,0 т. В этот период самоловы были уже запрещены, и стерлядь в основном добывали плавными сетями – поездами (Остроумов, 1955). В 1990-е гг. численность северодвинской стерляди стала расти из-за развала государственного лова и снижения численности сельского населения в посёлках на реке, а её среднегодовой вылов составил 8,3 т (Новоселов, 2004).

В конце 90-х гг. XX в. на базе Солзенского лососевого завода ФГУ «Севрыбвод» были предприняты попытки работ по искусственному воспроизвод-

Таблица 1. Динамика вылова и современное состояние популяций стерляди в России

Рыбохозяйственный бассейн	Субъект РФ	Водоём	Среднегодовой вылов за период, т						Состояние популяции*	
			1900-1917 гг.	1925-1940 гг.	1950-1970 гг.	1970-1991 гг.	1991-2000 гг.	2000-2020 гг.		
Северный	Архангельская обл.	р. Северная Двина	10	5	4	2	8	1	2	
	Вологодская обл.	р. Сухона	20	10	1,2	0,5			4	
Волго-Каспийский	Вологодская обл.	р. Молога		2					4	
	Ярославская, Тверская обл.	р. Шексна	13	2					4	
	Ярославская, Костромская, Ивановская, Нижегородская обл.	Горьковское вдхр.		1					4	
	Тульская, Московская, Рязанская, Владимирская, Нижегородская обл.	р. Ока		20	1				3	
	Нижегородская обл., Республика Мари Эл, Чувашская Республика	Чебоксарское вдхр.				10	4		4	
	Республика Татарстан, Ульяновская, Самарская обл.	Куйбышевское вдхр.		65	6	40	7	1	2	
	Республики Татарстан, Башкортостан, Удмуртская республика	Нижнекамское вдхр.	48				5	0,5	2	
	Республика Татарстан	р. Белая						0,1	3	
	Кировская обл., Республика Татарстан	р. Вятка						0,9	2	
	Самарская, Саратовская обл.	Саратовское вдхр.		50	12	8,3	5,1		3	
	Саратовская, Волгоградская, обл.	Волгоградское вдхр.			12	1			3	
	Волгоградская, Астраханская обл.	р. Волга					2,6	0,5	2	
	Азово-Черноморский	Липецкая, Воронежская, Волгоградская обл.	р. Дон, в т.ч. Цимлянское вдхр.		4,9	0,4				3
		Ростовская обл.	р. Дон			0,3				3
Западно-Сибирский	Тюменская (в т.ч. ХМАО и ЯНАО), Томская, Новосибирская обл.	р. Обь, в т.ч. Новосибирское вдхр.		200	120	12,2		4,8	2	
	Тюменская (в т.ч. ХМАО), Омская обл.	р. Иртыш с притоками		45	7	2	1	1	2	
	Томская обл., Красноярский край	р. Чулым				3	2	0,5	2	
	Красноярский край	р. Енисей	120	100	70	15	1	0,5	2	

Примечание: \* 2 – численность стабильная, осуществляется промысел; 3 – численность увеличивается за счет зарыбления, нет промысла; 4 – реинтродукция, численность увеличивается за счет зарыбления.

Таблица 2. Современное состояние искусственного воспроизводства стерляди в России

Рыбохозяйственный бассейн	Субъект РФ	Водоём	Количество рыбхозов	Форма собственности р/х	Объёмы выпуска за период, млн экз.		Технология выращивания	Наличие РМС	Приемная емкость по выпускам молоди, млн. экз.	Доля пополнения популяции «заводской» молодь в 2010–2020 гг.
					2000–2010 гг.	2010–2020 гг.				
Северный	Архангельская обл.	р. Северная Двина	–		0,002	–	–	–	3,0	0
	Вологодская обл.	р. Сухона	2	Ч		≥ 0,5	Б	+	0,17	100
Западный	Смоленская	р. Днепр	2	Г/Ч		0,08	Б	+	0,5	100
Волго-Каспийский	Вологодская обл.	р. Молога	2	Ч		≥0,340	Б	+	0,17	100
	Тверская обл.	Иваньковское вдхр.	1	Г	0,594	1,49	Б	+	2,66	100
	Ярославская, Тверская обл.	Угличское вдхр.	1	Г		5,62	Б	+	2,5	100
	Ярославская, Тверская обл.	Рыбинское вдхр.	0			–				0
	Ярославская, Костромская, Ивановская, Нижегородская обл.	Горьковское вдхр.	2	Г/Ч	4,88	3,56	Б	+	6,35	100
	Орловская, Тульская, Калужская, Московская, Рязанская, Владимирская, Нижегородская	р. Ока	5	Г	7,7	16,03	Б	+	7,55	100
	Нижегородская обл., Республика Мари Эл, Чувашская Республика	Чебоксарское вдхр.	2	Г/Ч		0,2	Б	–	22,1	90
	Республика Татарстан, Ульяновская, Самарская обл.	Куйбышевское вдхр.	6	Ч		2,5	Б	+	8,6	30

Таблица 2. Продолжение

Рыбохозяйственный бассейн	Субъект РФ	Водоём	Количество рыбхозов	Форма собственности р/х	Объёмы выпуска за период, млн экз.		Технология выращивания	Наличие РМС	Приемная емкость по выпускам молоди, млн. экз.	Доля пополнения популяции «заводской» молодь в 2010–2020 гг.
					2000–2010 гг.	2010–2020 гг.				
Волго-Каспийский	Республики Татарстан, Башкортостан, Удмуртская республика	Нижнекамское вдхр.	6	Ч		2,1	Б	+	0,7	50
	Республика Татарстан	р. Белая	6	Ч		0,615	Б	+	0,27	5
	Пермский край, Удмуртская республика	Воткинское вдхр.	1	Г		1,99	Б	+	0,37	70
	Пермский край	Камское вдхр.	1	Г		1,5	Б	+	0,95	100
	Кировская обл., Республика Татарстан	р. Вятка	1	Г		0,345	Б	-	1,0	5
	Самарская, Саратовская обл.	Саратовское вдхр.	3	Г/Ч	5,61	12,92	Б/П	-	2,0	80
	Саратовская, Волгоградская обл.	Волгоградское вдхр.	3	Г/Ч	3,28	2,82	Б/П	-	2,0	100
	Волгоградская, Астраханская обл.	р. Волга	2	Г	1,2	2,45+	П	+	17,6	10
Азово-Черноморский	Липецкая, Воронежская, Волгоградская обл.	р. Дон, в т.ч. Цимлянское вдхр.	2	Г		1,24	Б/П	+	2,0	10
	Ростовская обл.	р. Дон	3	Г		7,91	Б/П	+	7,43	100
	Краснодарский край	р. Кубань в т.ч. Краснодарское вдхр.	4	Г	0,9	40,5	Б/П	+	7,7	100
Западно-Сибирский	Тюменская (в т.ч. ХМАО и ЯНАО), Томская, Новосибирская обл., Алтайский край	р. Обь, в т.ч. Новосибирское вдхр.	3	Г/Ч					77,5	0

Таблица 2. Окончание

Рыбохозяйственный бассейн	Субъект РФ	Водоём	Количество рыбхозов	Форма собственности р/х	Объёмы выпуска за период, млн экз.		Технология выращивания	Наличие РМС	Приемная емкость по выпускам молоди, млн. экз.	Доля пополнения популяции «заводской» молодь в 2010–2020 гг.
					2000–2010 гг.	2010–2020 гг.				
Западно-Сибирский	Тюменская (в т.ч. ХМАО), Свердловская, Омская обл.	р. Иртыш с притоками	2	Г/Ч	2,0	4,754	Б/П	–	0,38	10
	Томская обл., Красноярский край	р. Чулым	–		–	–	–		1,43	0
	Красноярский край	р. Енисей	2	Г/Ч	1,48	3,5	Б	+	12,8	5

**Примечание:** Г – государственные рыбоводные заводы; Ч – частные рыбоводные хозяйства; Б – подращивание молоди в бассейнах; П – подращивание молоди в прудах.

ству стерляди в р. Северная Двина. Заготовку производителей стерляди осуществляли в среднем течении реки. Молодь стерляди подращивали в бассейнах выростного цеха завода и выпускали в нижнем течении Северной Двины. В 2001–2002 гг. объем её выпуска составлял 0,002 млн. экз. (Новоселов, 2004). Однако из-за несоблюдения технологии подращивания молоди, работы по искусственному воспроизводству стерляди прекратили, и популяция стерляди Северной Двины в границах Архангельской области в настоящее время воспроизводится только путём естественного воспроизводства.

Уловы стерляди в р. Сухона, в начале XX в., в отдельные годы достигали 30,0 т. В последующие десятилетия

её вылов сильно сократился, достигнув максимума в 3,0 т в 1967 г. (Коновалов, Коновалов, 2016). В реках северодвинского бассейна в границах Вологодской области мероприятия по реинтродукции осуществляются путем зарыбления молодью стерляди р. Сухоны, подращенной в бассейнах тепловодного рыбоводного хозяйства ООО «Диана». С 2014 г. в р. Сухону было выпущено около 1 млн. экз.

В реках Днепровского бассейна в начале XX в. стерлядь была практически исчезнувшей рыбой. Формирование в них «заводских» популяций осуществляется сейчас молодью волжской стерляди и является мероприятиями по реинтродукции. В бассейне Днепра регулярное зарыбление стерлядью осуществ-

вляется в верхнем течении рек Днепр и Десна в границах Смоленской и Брянской областей. С 2008 г. в верховье этих рек суммарно было выпущено не менее 0,5 млн экз. молоди, преимущественно из Конаковского завода товарного осетроводства, являющегося дочерним предприятием Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» (далее ДП «ВНИИПРХ» «КЗТО»). Недостатками работ по воспроизводству стерляди в этом бассейне являются нарушение генетической структуры популяций вследствие зарыбления молодью волжской стерляди, и миграция молоди и взрослых рыб вниз по течению к более благоприятным местообитаниям, расположенным в руслах р. Днепр в границах Республики Беларусь и р. Десны в границах Украины (Быков, и др., 2017).

Нарушение условий нереста вследствие гидростроительства на Волге и Каме, а также интенсивное браконьерство к концу 90-х гг. XX в. привели к практически полному исчезновению стерляди в верховьях рек Волги, Камы и верхневолжских водохранилищах (Герасимов и др., 2004; Костицин, Костицына, 2012), а в средневолжских и нижекамских водохранилищах – к резкому сокращению численности ее популяций (Цыплаков, Васянин, 1978; Лукин, 1981; Шакирова и др., 2013). Анализ обобщенных результатов учётных съёмов донным тралом на всех волжских и камских водохранилищах за 2010-е гг. показал, что улов стерляди сократился по сравнению с 80-ми годами XX в. в 126 раз с 37,8 экз./ на 1 час траления до 0,3 экз./ на 1 час траления. Уловы осетровых в 1980-е гг. в Чебоксарском водохранилище достигали 75, в Куйбышевском – 29, в Саратовском – 9 экз. за час траления, а в 2010-е гг. в этих водохранилищах их попадания в трал были единичными. В других водохранилищах Волжско-Кам-

ского каскада стерлядь в 2010-е гг. в уловах донным тралом отсутствовала (Герасимов и др., 2018).

На Верхней Волге до образования Рыбинского водохранилища, стерлядь была многочисленна только выше г. Рыбинска. На участке Рыбинск – Ярославль уловы стерляди никогда не были значительными. В относительно небольших притоках Верхней Волги – Мологе и Шексне еще в 30-е гг. XX в. обитали локальные популяции с относительно высокой численностью, не связанные жизненным циклом с Волгой (Герасимов и др., 2004). В р. Шексне в границах Вологодской области с XVII в. до гидростроительства в середине XX в. существовал устойчивый промысел стерляди до 13 т в год. Во второй половине XIX в. шекснинская стерлядь составляла около 13% от общего количества живой стерляди, поставлявшейся в столицу Российской империи. В Мологе еще в 1933–1934 гг. ловили около 2 т стерляди в год (Данилевский, 1875; Герасимов и др., 2004; Коновалов, Коновалов, 2016). С 2017 по 2020 гг. с индустриальных рыбодонных хозяйств Ярославской и Вологодской областей в р. Шексну за счет компенсационных средств выпустили около 1 млн экз. молоди стерляди.

В бассейне Верхней Волги наибольшие объёмы зарыбления осуществляются молодью стерляди, выращенной на ДП «ВНИИПРХ» «КЗТО», по индустриальной схеме в бассейнах с регулируемым термическим режимом. Объём выпуска молоди в малопроточные Ивановское и Угличское водохранилища за 2010–2020 гг. составил более 5,2 млн экз., а в более пригодное для обитания стерляди Горьковское водохранилище – 2,6 млн экз. Устойчивый дефицит кислорода у дна в коренном русле Волги, является неблагоприятным фактором для обитания стерляди в

верхневолжских водохранилищах (Лазарева и др., 2018), и несмотря на массовые объемы зарыбления, в Ивановском и Угличском водохранилищах роста численности стерляди в них не наблюдается (Соломатин, Базаров, 2018). В Горьковском водохранилище, она постепенно увеличивается уже с начала XX в. после небольших по объёму ежегодных выпусков молоди стерляди с Чернозаводского рыбоводного завода ФГУ «Верхневолжрыбвод» (по 0,05 млн экз. в год) и более значительных (4,38 млн экз. в 1997–2002 гг.) с тепловодного садкового рыбхоза ОАО «Волгореченскрыбхоз» (Герасимов и др., 2004; Ненашев и др., 2004).

До постройки Чебоксарского водохранилища, на последнем, не зарегулированном участке Средней Волги в 70–80-е гг. XX в. вылов стерляди достигал 10 т. После заполнения ложа, в 1992 г. её уловы уже не превышали 4,6 т, а её общая доля в промысловом вылове – 1,7%, в среднем составляя 0,7%. Общий запас ее в 1983–1987 гг. колебался в пределах 360–510 т и постепенно снижаясь к 90-м г. до 54–248 т (Ненашев и др., 2004). В настоящее время, в Чебоксарском водохранилище наблюдается рост численности, преимущественно из-за миграции стерляди из р. Оки, где объем выпуска за последние 10 лет был максимальным, по всему Волжскому бассейну (16,0 млн экз. за 2010–2020 гг.). Также в небольших количествах, стерлядь выпускают непосредственно с рыбоводных хозяйств Поволжья в компенсационных целях. Лысковский специализированный рыбоводный завод, предназначенный для выпуска стерляди в данное водохранилище, так и не был построен (Ненашев и др., 2004).

До постройки Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, на участке Волги от устья Ветлуги до устья

Камы и по Каме до устья р. Белой в начале XX в. (1903 г.) шашковой снастью (самоловами) и вандами (вершами) ежегодно ловили около 120 т стерляди (Лукин, 1981; Шмидтов, 1939). В 1931–1933 гг. в пределах Татарской АССР её ежегодно заготавливали в количестве 65 т, в т.ч. на Волге – 36,1 т. Из-за зимних заморозов и упадка рыболовства в годы войны, её вылов сократился до 6 т в 1951 г. (Бартош, 2004). После постройки плотины Воткинской ГЭС (1964 г.) и принятых мер по предотвращению загрязнения вод, условия обитания стерляди в Камском плесе Куйбышевского водохранилища улучшились, и началось формирование местного стада (Цыплаков, Васянин, 1978). В 60–80-е гг. XX в. максимальные уловы стерляди в Куйбышевском водохранилище колебались от 60,1 в 1966 г. до 40,5 т 1989 г. (Бартош, 2004). После постройки Чебоксарской (1982 г.) и Нижнекамской ГЭС (1979 г.), существенно изменивших гидрологический режим верхних плёсов Куйбышевского водохранилища, а также в результате резкого роста добычи песчано-гравийной смеси (ПГС) из русловых месторождений условия естественного воспроизводства стерляди в Куйбышевском водохранилище в сочетании с нарастающим с 90-х гг. объёмом браконьерского вылова привели к стремительному сокращению ее запасов. Среднегодовой вылов за 1993–2002 гг. составил 6,7 т. Если в 1989 г. промыслом добывали 40,5 т, то в последние десятилетия уловы стерляди резко снизились с 5,0 т в 2000 г. до 0,9 т в 2014 г. и 0,2 т в 2018 г., составляя от 0,4 % в 2000 г. до 0,01 % в 2018 г. от общего вылова крупного частика в данном водоёме (Шакирова, и др., 2021).

Общий объём компенсационных выпусков молоди стерляди в Куйбышевское водохранилище в границах Республики Татарстан, Республики Мари

Эл, Чувашской Республики и Ульяновской области постепенно увеличивался. По данным Средневолжского территориального управления Росрыболовства он увеличился с 0,211 млн экз. в 2018 г. до 1,33 млн экз. в 2021 г. Наибольшую долю из этого выпуска в настоящее время осуществляет частный рыбоводный завод ООО «Биосфера-Фиш», имеющий собственное ремонтно-маточное стадо (далее РМС). В перспективе этот завод и будет основным предприятием по зарыблению Куйбышевского водохранилища, так как в 2021 г. на нем была запущена вторая очередь (выпуск 5 млн экз. молоди стерляди в год).

Для выведения стерляди из Красной книги Республики Татарстан необходимо ежегодно выпускать в Куйбышевское водохранилище около 8,6 млн шт. Для увеличения ее уловов в водохранилище на уровне 80-х гг. XX в. необходим ежегодный выпуск 57 млн экз. (Калайда, и др., 2021).

В 1903 г. на р. Каме от устья р. Белой до впадения в Волгу стерляди в год ловили по 48 т (Бартош, 2004). Состояние популяции стерляди в самом «молодом», расположенном ниже по течению из камских водохранилищ – Нижнекамском до последнего времени было относительно стабильно. При заливке данного водоёма в начале 80-х гг. XX в. в нём сохранились как относительно многочисленное стадо стерляди, обитавшее ранее в нижнем течении Камы, так и условия, благоприятные для ее естественного воспроизводства (Бартош, 2004). Высокая эффективность воспроизводства в первые годы существования водохранилища позволила к 1995 г. сформировать промзапас на уровне 270 т и достичь ежегодного вылова в объеме 5,2 т. Из-за естественной смертности, браконьерства и снижения эффективности воспроизводства, промзапас стерляди

в этом водохранилище к 2001 г. упал до 60 т, а вылов – до 0,7 т (Капкаева, 1988; Шакирова и др., 2013). Официальные уловы стерляди сегодня не превышают 0,4–0,8 т, максимальный улов (5,2 т) был в 1995 г. Естественное пополнение запаса стерляди происходит за счёт нерестилищ, расположенных на не зарегулированном участке р. Камы и при скате молоди из р. Белой.

Характерной особенностью региона является тот факт, что зарыблением стерлядью Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ занимаются частные рыбоводные хозяйства: ООО «Биосфера-Фиш», ИП «Байтамиров», «Дыреевский рыбхоз», ООО «Главрыба», ООО «Летеа», ООО «Добрянский рыбоводный центр», «Пермский рыбоводный завод», КФХ «Попов А.С.».

До постройки Саратовского и Волгоградского водохранилищ уловы стерляди на не зарегулированном участке Волги колебались от 27 до 72 т в год или 50% улова всех осетровых (Шашуловский, Хаджонко, 2004).

Современная популяция стерляди Саратовского водохранилища сформировалась от выпуска в водохранилище подращенной молоди, начиная с 1993 г. Общий объём выпуска за этот период составил 19,7 млн экз., в среднем 758 тыс. экз. в год. При ежегодном выпуске молоди стерляди в объеме, равном приёмной ёмкости водохранилища (2 млн экз.) в течение 29–30 лет общий запас стерляди здесь может достигнуть 330–350 т, в том числе промысловый запас увеличиться до 140–150 т (Ермолин и др., 2020).

С 1982 г. ведётся регулярное зарыбление водохранилища, связанное преимущественно с деятельностью Плавучего рыбоводного завода – ПРВЗ-01Э.

Плавучий рыборазводный завод в рамках госзадания ФГБУ «Средне-

волжрыбвод», начав зарыбление водохранилища с 83 тыс. экз. в 1982 г., уже к 2005 г. увеличил выпуск до 600 тыс. экз. в год. С 2009 г. по 2018 г. только за счет компенсационных средств в Саратовское водохранилище было выпущено 3,03 млн экз. подращенной молоди стерляди (Ермолин, Белянин, 2020). В 2015–2019 гг., годовой объём выпуска подращенной молоди стерляди в Саратовское водохранилище колебался от 1,11 до 1,63 млн экз. (2015 г. – 1113, 2016 г. – 1288, 2017 г. – 1177, 2018 г. – 1234 тыс. экз.) (Ермолин, и др., 2020).

На начальном этапе формирования экосистемы Волгоградского водохранилища (1962–1971 гг.) численность стерляди составляла 0,7–12 млн. экз., а ее уловы достигали 12 т. С 1972 по 1987 гг. численность популяции сократилась до 0,21–0,54 млн экз., а её официальные уловы упали до одной тонны (Шашуловский, Хаджонко, 2004). В настоящее время, популяция стерляди Волгоградского водохранилища пополняется преимущественно рыбами «заводского» происхождения. Благодаря выпускам молоди с рыбоводных предприятий Саратовской области (в 2000–2002 гг. около 488,5 тыс. экз.) уже в начале 2000-х гг. наблюдался рост её численности на 30% по сравнению с 90-ми годами (Шашуловский, Хаджонко, 2004). В настоящее время, численность стерляди составляет 133–134 тыс. экз. со средней биомассой по водоёму равной 0,43 кг/га. Общий запас стерляди оценивается в 29 т, в том числе промысловый – 18 т (Ермолин, и др., 2020). За период работы экспериментальной рыбоводной базы Саратовского отделения «ГосНИОРХ» с 1996 по 2002 гг. в Волгоградское водохранилище было выпущено около 1,5 млн экз. Позднее, её ежегодный выпуск колебался от 0,1 до 0,58 млн экз. в год (Шашуловский, Мосияш, 2010).

На не зарегулированном, нижнем участке Волги (от плотины Волгоградской ГЭС и до вершины дельты в границах Волгоградской и Астраханской областей) до начала 90-х годов XX в. существовала достаточно многочисленная (0,8–1,2 млн экз.) популяция нижеволжской стерляди (Дубинин и др., 2001). К 1996 г. численность стерляди здесь сократилась в 4–5 раз. По мнению В.А. Калмыкова и др., причиной столь резкого снижения ее численности здесь явилось не только массовое браконьерство, но и изначально завышенная оценка промыслового запаса (Калмыков др., 2010). В дельте Волги промысловый запас стерляди в 1997–2001 гг. оценивался КаспНИРХ в 30–50 т. Многолетняя динамика промыслового запаса стерляди характеризуется незначительным ежегодным сокращением (с 34,3 т в 2010 г. до 26,2 т в 2019 г.) (Калмыков, и др., 2010; Лепилина и др., 2020). Промышленная добыча стерляди здесь, так же как и проходных осетровых приостановлена с 2005 г. С 2014 по 2019 гг. суммарный вылов стерляди по научным квотам и при заготовке производителей для ОРЗ в дельте Волги составил 2,5 т. (Лепилина и др., 2020). С нерестилищ нижней зоны дельты в 2017 г. скатилось около 28,4 млн. экз. молоди стерляди, что позволит увеличить ее уловы за счет нереста до 13 т (Чавычалова и др., 2021).

Из шести дельтовых осетровых рыбоводных заводов (далее ОРЗ) Астраханской области зарыблением стерлядью дельтовых популяций занимаются только на самом верхнем Лебяжьем, в объеме 1–2,3 млн экз./год (в среднем за последние пять лет – 1,83 млн экз.). Доля производителей стерляди от всей массы производителей осетровых, содержащихся на астраханских ОРЗ в 2011 г. составляла не более 3% (Михайлова и др., 2004; Судакова и др., 2018; Лепилина и др., 2020).

В начале 30-х гг. XX в. на участке р. Камы от г. Оханск до г. Оса отдельные рыбаки добывали в год шашковой снастью до 500–600 кг, а наиболее опытные – до 1 т (Букерев и др., 1959). После поэтапного зарегулирования р. Камы плотинами Камской (1954 г.), Воткинской (1964 г.) и Нижнекамской ГЭС (1979 г.) постепенно сокращались не только численность, но и площадь обитания ранее многочисленной камской популяции стерляди. Наиболее многочисленная популяция стерляди сохранилась только в Нижнекамском водохранилище, на участке Камы ниже плотины Камского водохранилища, реках Вятке и Белой (Костицын, Костицына, 2012). С 2009 г. регулярно осуществляются выпуски молоди стерляди в Воткинское и Камское водохранилища, выращенной в индустриальном бассейновом хозяйстве рыбоводного цеха Пермской ГРЭС (Костицын, Костицына, 2012; Михеева и др., 2019). За период 2013–2017 гг. в Камское водохранилище и его притоки в рамках компенсационных мероприятий было выпущено более 1,5 млн экз., а Воткинское за 2010–2020 гг. около 2 млн экз. В Воткинском водохранилище в настоящее время наблюдается рост численности стерляди «заводского» происхождения и состояние промыслового запаса позволяет организовывать промысел в ограниченном объеме по схеме «пастбищной» аквакультуры (Казаринов и др., 2021). В наиболее крупных не зарегулированных притоках рек Камы – Вятке и Белой состояние речных популяций стерляди относительно стабильное, на Вятке осуществляется её промышленный вылов в количестве 0,5–0,9 т. В небольших объемах (табл. 2) в данные водотоки выпускают молодь стерляди в рамках компенсационных мероприятий.

Суммарный объём зарыбления стерлядью рек (Вятка и Белая) и водохранилищ (Чебоксарское, Куйбышевское, Камское, Воткинское, Нижнекамское) зоны ответственности Средневолжского территориального управления Росрыболовства за счёт компенсационных средств в 2021 г. составил 3,37 млн. экз.

В р. Оке в границах Московской, Рязанской и Владимирской областей в 1933–1936 гг. неводным ловом вылавливали от 0,6 до 30 т стерляди. На её запасы особенно негативно повлияли зимние заморы 1948 и 1956 гг., прошедшие из-за сброса неочищенных вод р. Москвы, которые и привели к сокращению вылова к концу 50-х гг. до 1 т в год. С 1956 г. был введён запрет на её промышленный вылов в р. Оке (Мусатов, 1964).

Наибольший объём выпуска стерляди с начала XXI в. в Волжском бассейне осуществили рыбоводные хозяйства различных форм собственности в не зарегулированный наиболее крупный правый приток Волги – Оку. Государственными рыбоводными заводами Росрыболовства (Орловский ОРЗ и Можайский ПЭРЗ) с 2000 по 2016 гг. суммарно было выпущено около 1,6 млн экз. В 2001–2004 гг. только рыбоводными предприятиями Тульской области (рыбоводный цех Федерального казенного предприятия «Алексинский химкомбинат», ОАО «Черепетский рыбхоз», ЗАО «Тулрыбхоз») было выпущено в верхнее течение Оки около 4,1 млн экз. молоди (Быков, 2017). С передачей в 2007 г. полномочий по регулированию региональных вопросов рыбного хозяйства в Центральной России Московско-Окскому территориальному управлению Росрыболовства, начала проявляться тенденция к монополизации рынка сбыта рыбопосадочного материала через систему компенсационных мероприятий и в дальнейшем,

зарыблением Оки занимались только подведомственные Росрыболовству рыболовные заводы Центрального филиала ФГБУ «Главрыбвод», осуществляющие выпуск в рамках государственного задания (около 4% от всей выпускаемой молодежи) и компенсационных мероприятий (96%). Выпуск молодежи осуществляется преимущественно с КЗТО ДП ФГБНУ «ВНИИПРХ». Суммарные объемы выпуска молодежи стерляди в р. Оку за 2015–2020 гг. достигли значительных величин – около 15 млн экз. (табл. 2). Выпуск такого количества молодежи привёл к резкому росту численности стерляди на всем протяжении Оки и ее высокая биомасса (до 46 кг/га) сейчас наблюдается даже на мелководных участках (глубина до 2 м) реки, где ранее стерлядь никогда не отмечалась в уловах (Быков, 2017; Быков, Палатов, 2019).

До зарегулирования р. Дон плотной Цимлянкой ГЭС стерлядь ловилась по всему среднему и нижнему течению реки и её доля в уловах за 1945–1948 гг. колебалась 0,4 до 2,5%, в среднем составляя 1,1% от всего промышленного вылова или 4,9 т. В зоне подпора Цимлянского гидроузла в траловых уловах 1953–1954 гг., её встречаемость составляла 0,6–1,5% (Французов, 1958). После строительства Цимлянского водохранилища, ареал единой популяции донской стерляди был разорван и миграции рыб выше и ниже плотины Цимлянской ГЭС практически прекратились. С 1957 по 1971 гг. её официальный вылов на не зарегулированных участках Дона не превышал 0,9 т (Яковлев, 2004; Пономарева и др., 2011).

Естественное воспроизводство стерляди в русле р. Дон выше Цимлянского водохранилища и нижнем течении его наиболее крупных притоков (р. Хопёр и Медведица) в совокупности с рыбоохранными мероприятиями привели к су-

щественному росту численности младших возрастных групп. Объём выпуска молодежи стерляди в р. Дон в границах Волгоградской и Воронежской областей за 2010–2020 гг. составил 1,24 млн экз. (табл. 2). В нижнем течении р. Дон рыболовными хозяйствами Ростовской области (преимущественно Донским ОРЗ ФГБУ «Главрыбвод») за этот же период было выпущено около 7,91 млн экз. молодежи стерляди. Учитывая малочисленность естественной популяции нижнедонской стерляди ещё в 70–80-е гг. XX в. (Яковлев, 2004) наибольшая доля её общего запаса в настоящее время представлена рыбами «заводского» происхождения (Пономарева и др., 2011).

В бассейне р. Кубань стерлядь в середине XX в. исчезла, а сама р. Кубань, из-за особенностей гидрологического режима, мало подходила для постоянного обитания в ней этого вида. После строительства Краснодарского водохранилища, скорость течения в низовьях Кубани снизилась, и река стала более пригодна для её обитания. Из-за резкого снижения искусственного воспроизводства проходных осетровых в начале XXI в., азовские рыболовные заводы в значительной степени переориентировались на получении икры и подращивании молодежи стерляди, технологически более простой по сравнению с проходными осетровыми. В Краснодарское водохранилище с 1998 по 2002 гг. было выпущено около 0,9 млн экз. молодежи (Чебанов, Карнаухов, 2004). В 2010–2020 гг. на компенсационные средства в реки Кубань, Протоку и Краснодарское водохранилище суммарно выпустили около 40,5 млн экз. молодежи. Но из-за отсутствия современных данных о состоянии кубанской популяции стерляди «заводского» происхождения, результаты её реинтродукции в бассейне р. Кубань, несмотря на наиболее значительные в мас-

штабах страны объёмы, сейчас оценить невозможно.

В наиболее крупных реках Западной (Обь, Иртыш) и Центральной (Енисей) Сибири, несмотря на интенсивное браконьерское изъятие ценных видов рыб, в том числе и стерляди, состояние её запасов после снижения в 90-е гг. XX в. относительно стабилизировалось (Крохалевский, и др., 2018).

Анализ динамики промышленных уловов стерляди в Обь-Иртышском бассейне с 1947 по 1973 гг. показал, что в границах Томской области (р. Обь) добывалось в среднем 105,3 т (64,1% от всего вылова по бассейну); в Тюменской (реки Обь и Иртыш) – 52,4 т (31,9%); в Новосибирской области (р. Обь и Новосибирское водохранилище) и Алтайском крае (р. Обь) – 3,9 т (2,4%) (Вотинов, Еньшина, 1975).

Иртышская популяция стерляди в 30-50-е гг. XX в. давала в среднем около 28,5% или 21,3–66,7 т от всего вылова стерляди по Обь-Иртышскому бассейну (Лобовиков, 1938). Затем её официальный вылов стал неуклонно снижаться, и в 1980–1998 гг. прошлого века составлял уже менее тонны ежегодно. За последние 10 лет численность иртышской популяции стерляди снизилась с 135 до 104 тыс. экз., биомасса – с 32 до 26 т. Вылов стерляди в р. Иртыш в Омской области в 1960–1970 гг. достигал 7 т. В середине 1980-х гг. наметилась тенденция к снижению уловов, и в 1990-е гг. добывалось уже около 2 т стерляди в год (Крохалевский, и др., 2018).

В нижнее течение р. Иртыш в границах Тюменской области с начала XXI в. молодь стерляди выпускает Абакский ОРЗ, в среднем по 0,2 млн экз. в год. Суммарный выпуск молоди стерляди за период его работы составил 6,7 млн экз. Выше по течению, в границах Омской области с 2014 г. выпу-

скают молодь с частного рыбоводного хозяйства ООО «Бородино» в объёме 0,4 млн экз. в год (Крохалевский, и др., 2018). Так как фактические браконьерские уловы в Иртыше превышают официальные в 15–20 раз (Литвиненко и др., 2013; Крохалевский и др., 2018; Шулика, Тунев, 2020), а оценку промыслового запаса стерляди проводят по методу, основанному на данных промысловой статистики, то установить влияние зарыбления на численность иртышской популяции стерляди, особенно в условиях миграций рыб выше по течению на территорию Казахстана, в настоящее время не представляется возможным.

В первые годы существования Новосибирского водохранилища уловы стерляди в нём достигали 20 т, и в последующем постоянно снижались. Браконьерский вылов стерляди в верхней зоне водохранилища составляет, не менее 5 т, поэтому запрет на её вылов необходимо сохранить и в дальнейшем. Верхнеобская популяция стерляди, обитающая в Новосибирском водохранилище и в р. Обь в границах Алтайского края не эксплуатируется промышленным рыболовством ввиду её относительной малочисленности, и пополняется в настоящее время только за счёт естественного воспроизводства (Селезнева, Дорогин, 2014).

Промысловое значение запасов стерляди среднего течения р. Обь в 1930–1950 гг. было исключительно велико. Её максимальные уловы в Томской области в 1933 г. достигали здесь 255 т; в 1941 г. – 141 т; в 1951 г. – 217 т; а её средние уловы в 1947–1973 гг. составляли 105,3 т. Еще 8–9 т среднеобской стерляди в эти же годы ловили в Нижневартовском районе Тюменской области. Самая многочисленная популяция среднеобской стерляди давала в 1970–1980-е гг. от 41,5 до 89% уловов по бас-

сейну. В 1950–1970-е гг. уловы стерляди из стряжневых неводов, плавных сетей и морд (верш) составляли здесь ежегодно в среднем 120 т (Вотинов, Еньшина, 1975).

Биомасса промзапаса среднеобской популяции стерляди, обитающей в р. Обь в границах ХМАО и Томской области после резкого снижения к началу XXI в., в настоящее время стабилизировалась на относительно невысоком уровне (в среднем за 2010–2020 гг. – 60 т). Большая часть ОДУ распределяется по квотам для традиционного рыболовства коренных и малочисленных народов Севера, поэтому её фактический вылов остаётся неизвестным в границах ХМАО, а в границах Томской области – 13,5 т (Крохалевский и др., 2018). Зарыбление стерлядью среднего течения р. Оби в границах ХМАО и Томской области в настоящее время не осуществляется.

В крупнейшем левом притоке Средней Оби – р. Чулыме, в 70-е г. XX в. ловили 3–5 т (Усынин, 1978). По данным Новосибирского филиала «ВНИРО» прогноз ОДУ стерляди на 2021 г. устанавливается в объёме 1 т, а официальный вылов в 2016–2018 гг. составлял здесь не более 0,5 т. Зарыблений этой реки в границах Томской области за последние 10 лет не проводилось (Интересова и др., 2018; Крохалевский и др., 2018).

Резерв кормовой базы для вселения стерляди в водотоки Обь-Иртышского бассейна оценённый специалистами Госрыбцентра, позволяет ежегодно выпускать в реки около 62 млн экз. средней массой 3 г (Матковский и др., 2017).

До середины XIX в. добыча осетровых рыб в бассейне р. Енисей носила потребительский характер. Открытие рейсов казенного и частного пароходства стимулировало развитие рыбных промыслов. В конце XIX в. в Енисее стерля-

ди добывали до 90 т. С началом XX в. её уловы в Енисее возросли до 120 т. В 50–60-е гг. вылов составлял в среднем 70 т. С начала 90-х гг. из-за браконьерства и развала системы учёта и контроля вылова, официальные уловы стерляди резко упали до 1 т (Подлесный, 1963; Заделёнов, 2004).

Работы по товарному выращиванию и искусственному воспроизводству стерляди р. Енисей начали проводить на подсобных рыбоводных хозяйствах промпредприятий Красноярского края начиная с 1992 г. Оплодотворённую икру стерляди для подращивания молоди до товарной рыбы привозили с нерестилищ, расположенных в среднем течении р. Енисей. Однако уже в конце 90-х гг. XX в. рыбоводные работы по стерляди были переориентированы на зарыбление р. Енисей. К 2006 г. в бассейнах научно-производственного комплекса (НПК) ФГНУ «НИИЭРВ» было сформировано ремонтно-маточное стадо стерляди численностью до 1,5 тыс. экз. (Заделёнов, 2004; Заделёнов, 2007). В последние годы, молодь стерляди от диких производителей зарыбляли р. Енисей преимущественно с ТОСП «Белоярский рыбоводный завод» ФГБУ «Главрыбвод», а от «заводских» производителей – с ООО «Малтат» (табл. 2).

В 1897–1898 гг. улов стерляди в Ангаре достигал 1000 т. Однако уже в 30-е гг. XX в. её уловы сократились в 10 раз (Мамонтов, 1970). В 1938–1963 гг. на Ангаре в границах Иркутской области уловы стерляди колебались от 2,2 до 127,8 т, и составляли в среднем 20,2 т. После строительства Братской ГЭС, в нижнем бьефе плотины скапливалось много стерляди и из-за отсутствия рыбоохранных мероприятий к началу 50-х гг. XX в. её запасы здесь были окончательно подорваны (Егоров, 1961). Современное состояние популяции стер-

ляди нижнего течения р. Ангары в настоящее время не известно.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов ресурсных исследований региональных филиалов ФГБНУ «ВНИРО» показал, что в настоящее время, наиболее достоверные сведения о современном состоянии запасов и численности популяций стерляди в границах России существуют только для тех водных объектов, где на протяжении ряда лет проводились мероприятия по реинтродукции и расчёт численности пополнения популяций проводился исходя из объёмов выпуска «заводской» молоди с учётом её естественной смертности. Учётные съёмки на этих реках и водохранилищах, проводимые сотрудниками филиалов ФГБНУ «ВНИРО», позволяют получить фактические данные по выживанию «заводской» молоди в естественных условиях, темпу её роста и показателям концентрации и биомассы рыб на учетных станциях. Результаты расчета численности искусственно формируемых популяций методами «восстановления запаса» по объёмам выпуска (Зыков и др., 2017; Ермолин, Беянин, 2020) и прямого учета (Ненашев и др., 2004) при облове водоема и экстраполяции численности на всю акваторию водного объекта позволяют оценить разницу между данными показателями, полученными разными методами. Определение численности донных рыб, в том числе стерляди, на локальных участках (ограниченное количество учётных станций), путем экстраполяции данных по концентрации рыб на всю площадь акватории больших по протяжённости рек приводит к высокой погрешности в оценке запасов. При этом расширение географии исследований на реках Сибири и Севера Европейской части России в настоящее время невозможно по

ряду организационных и финансовых причин. Применение же методов математического моделирования в оценке запасов потамодромных видов осетровых, основанных на расчётах их численности в зависимости от официального вылова, различающего с фактическим до 15–20 раз, дает значительно заниженные показатели биомассы (Литвиненко и др., 2013; Шулика, Тунев, 2020). То есть, относительно достоверные показатели численности и биомассы стерляди в настоящее время существуют только для отдельных участков рек Шексна, Ока, Молога и верхних плёсов Чебоксарского, Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ. По большинству значительных по протяженности рек Сибири достоверные сведения о состоянии запасов стерляди на сегодняшний день отсутствуют.

Существующая схема искусственного воспроизводства стерляди в России в 2010–2020 гг. XXI в. финансируется по двум направлениям. За счёт бюджетных средств выполняется государственное задание ведомственными рыболовными заводами Росрыболовства входящими в структуру ФГБУ «Главрыбвод». На средства от компенсации прогнозируемого ущерба водным биоресурсам при строительстве и реконструкции на водных объектах проводят зарыбление стерлядью рыболовные предприятия различных форм собственности и рыболовные заводы Росрыболовства. Анализ эффективности существующей системы искусственного воспроизводства и механизма её функционирования показал, что доля молоди от общего выпуска за счёт компенсационных средств существенно выше объёмов зарыблений, выполняемых в рамках государственных заданий. Количество частных рыболовных хозяйств – участников схемы компенсационных зарыблений в общем объё-

ме выпуска за последние десять лет сокращается, (за исключением Республики Татарстан), при увеличении значения рыбоводных заводов Росрыболовства. Причём объёмы выпускаемой в реки и водохранилища молоди по госзаданию снижаются при росте объёмов компенсационных выпусков.

По технологии содержания производителей и подращивания молоди рыб рыбоводные хозяйства делятся на две неравномерные по количеству группы. В первую группу входит большинство индустриальных хозяйств, использующих тёплые сбросные воды энергетических объектов или использующие замкнутый цикл водоснабжения с регулируемым температурным режимом. В таких хозяйствах молодь подращивают в интенсивном режиме на искусственных выростных кормах с высокой плотностью посадки с периодической сортировкой по размерам. Сроки подращивания молоди от личинок, перешедших на внешнее питание, до мальков стандартных навесок (2–5 г) при температуре воды 16–20°C обычно составляет 40–50 сут. (Заделёнов, 2004; Романов, 2004; Костицын, Костицына, 2010; Горбачева и др., 2019). Производителей стерляди из РМС в хозяйствах, построенных при ГРЭС или АЭС и расположенных на акватории водоёмов-охладителей, чаще всего содержат в садках. На хозяйствах, использующих воду в установках замкнутого водоснабжения (далее УЗВ) из городской системы водоснабжения или артезианской скважины – в бассейнах (Романов, 2004; Кавтаров, 2010).

Другим типом хозяйств, где проводятся работы по искусственному воспроизводству стерляди, являются рыбоводные осетровые заводы бассейна Азовского (Донской, Рогожкинский, Адыгейский, Гривенский, Темрюкский ОРЗ) и Каспийского (Лебяжий) морей,

построенные под воспроизводство проходных осетровых. Но из-за нехватки производителей, длительных сроков созревания у русского осётра *Acipenser gueldenstaedtii*, севрюги *Acipenser stellatus* и белуги *Huso huso*, эти заводы были переориентированы на воспроизводство рано созревающей стерляди. К таким рыбзаводам относятся также Белоярский и Абалакский ОРЗ, также входящие в систему ФГБУ «Главрыбвод», построенные на юге Сибири для воспроизводства сибирского осётра *Acipenser baerii* в Обь-Иртышском и Енисейском бассейнах. На государственных ОРЗ, производителей стерляди обычно содержат в прудах, а молодь подращивают на первоначальном этапе до массы 0,2 г в бассейнах на искусственных кормах, а потом в выростных прудах на естественной кормовой базе (Мильштейн, 1972; Михайлова, и др., 2004; Судакова и др., 2013).

Так как объёмы разового выпуска молоди стерляди по компенсационным мероприятиям в реку редко превышают 0,5 млн экз., то для непродолжительного по времени подращивания по интенсивной технологии молоди до массы 3–5 г в бассейнах рентабельно эксплуатировать относительно небольшой выростной цех, чем использовать традиционную технологию подращивания молоди осетровых, применяемую с 60-х гг. XX в. на астраханских или азовских осетровых рыбоводных заводах, построенных под выпуски десятков млн экз. молоди (Мильштейн, 1972). Именно по такой схеме происходит формирование новых рыбоводных предприятий в регионах, специализирующихся исключительно на подращивании только рыбопосадочного материала для выпуска в естественные водоёмы, а не товарной рыбы. Такими хозяйствами сейчас являются КЗТО «ВНИИПРХ», ООО «Биосфера

Фиш», ООО «Малтат», ООО «Бородино»). На наиболее крупных из них, имеются ремонтно-маточные стада стерляди, формирование которых происходит в бассейнах с регулируемым температурным режимом в относительно короткие, по сравнению с другими видами осетровых, сроки. Регулирование температурного режима при содержании производителей стерляди в бассейнах УЗВ позволяет проводить нерестовую кампанию в более ранние сроки и в несколько этапов, как например, на КЗТО «ВНИИПРХ» (Мельченков и др., 2019). Использование интенсивной технологии подращивания позволяет содержать в бассейнах уже в начале вегетационного периода жизнестойкую молодь стерляди, пригодную для зарыбления естественных водоёмов. Поэтому большинство компенсационных выпусков молоди стерляди происходит в конце первого полугодия или в начале летнего периода, что существенно сокращает весь цикл искусственного воспроизводства стерляди по сравнению с другими видами осетровых, выращиваемых по традиционной методике.

Схема подращивания молоди стерляди от личинок до средней массы 3 г в бассейновых условиях за период 40–50 сут. при гарантированном сбыте рыбопосадочного материала по схеме компенсационных выпусков резко повышает рентабельность укороченной технологической схемы выращивания, по сравнению с полноцикловой, требующей многолетнего формирования ремонтно-маточного стада, выращивания товарной рыбы и поиска рынков сбыта (Быков, 2017).

Выпуск молоди стерляди полученной от производителей выращенных или на тёплых сбросных водах энергетических объектов или в установках с замкнутым водоснабжением при её адапта-

ции к условиям естественных водоёмов приводит не только к увеличению темпа её роста, но и к изменениям половой структуры искусственно формируемых популяций (Быков, 2017; Быков, Палатов, 2019), а также в ряде случаев невозможности перехода «заводской» молоди на естественную кормовую базу из-за отсутствия у неё поисковых рефлексов (Герасимов и др., 2004).

Основными проблемами искусственного воспроизводства стерляди в стране на сегодняшний день являются:

- нехватка производителей стерляди в местах их заготовки в период преднерестовых или зимовальных скоплений для рыбоводных предприятий, не имеющих собственных ремонтно-маточных стад. Такая проблема остается острой преимущественно для рыбоводных заводов ФГБУ «Главрыбвод», расположенных в Западно-Сибирском рыбохозяйственном бассейне (например, Абалакский и Белоярский ОРЗ) и связана не столько с подрывом численности популяций стерляди в бассейнах рек Обь, Иртыш и Енисей, сколько с плохой организацией таких работ в полевых условиях. На большинстве рыбоводных предприятий, расположенных в Европейской части страны, для устойчивой и бесперебойной работы данную проблему решили либо путем формирования ремонтно-маточных стад, либо транспортировкой оплодотворённой икры или рыбопосадочного материала из других хозяйств;

- недостоверные данные по объёмам зарыбления молодью стерляди (особенно при использовании объёмно-весового метода учёта выпускаемого рыбопосадочного материала с рыбоводных заводов филиалов ФГБУ «Главрыбвод») и нелегальный промысел препятствуют расчётам объективных показателей промвозврата и оценке выживаемости

«заводской» стерляди на разных этапах жизненного цикла стерляди при восстановлении естественных популяций или мероприятиях по реинтродукции;

– нарушение генетической структуры популяций стерляди при осуществлении мероприятий по реинтродукции в реках, где стерлядь практически исчезла, и сформировать ремонтно-маточное стадо из местных рыб не представляется возможным. Например, оплодотворённую икру нижневолжской стерляди на Орловский ОРЗ с 1976 по 1993 гг. привозили с Волгоградского ОРЗ (Подушка и др., 1995; Быков, 2017). Зарыбление верхнего течения Днепра (в границах Смоленской области) начали осуществлять с 2008 г. и продолжают в настоящее время волжской стерлядью (Быков, и др., 2017); в Кубани – донской и волжской (Чебанов, Карнаухов, 2004); в р. Ворона – (бассейн Дона) – волжской и окской (Борисова, 2019).

– биологически необоснованное зарыбление молодью стерляди водных объектов или водотоков, непригодных для обитания данного вида осетровых. В слабопроточных водохранилищах (Иваньковское, Угличское, Можайское, Рузское) (Лазарева и др., 2018) и озёрах (Селигер) с устойчивым дефицитом кислорода в придонных горизонтах вся партия молоди стерляди обычно погибает к концу подледного периода, а в малых притоках она обычно мигрирует вниз по течению в более полноводные участки русла;

– повсеместное внесение локальных популяций стерляди в региональные Красные Книги на практике служит препятствием для организации ихтиологического мониторинга за их состоянием, а в случае роста численности стерляди при формировании «заводских» популяций, возникают юридические сложности при установлении для данного вида осе-

тровых статуса объекта промышленного рыболовства. Фактически, на сегодняшний день, отсутствует правоприменительная практика перевода стерляди из категории запрещённых для вылова бассейновыми Правилами рыболовства видов, обратно в объекты промысла. Популяции стерляди бассейнов рек Днепр (в границах Смоленской области), Дон, Кубань, Урал, Сура, верхняя и средняя Кама внесённые в Красную Книгу Российской Федерации в настоящее время фактически являются «заводскими», сформированными преимущественно от производителей из гетерогенных РМС (Чебанов, Карнаухов, 2004; Пономарева и др., 2011; Быков, 2017).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промысел стерляди в начале XXI в. в России по сравнению с советским периодом на большинстве рек и водохранилищ практически перестал существовать. Из-за повсеместного запрета промысла объёмы официального вылова в настоящее время показывают лишь добытую стерлядь по квотам на отлов производителей в целях искусственного воспроизводства и при осуществлении научно-исследовательского лова. Фактические объёмы нелегального вылова на тех водоёмах и водотоках, где существуют промысловые запасы стерляди, по предположительным оценкам, как и в 90-е гг., превышают официальные в несколько раз. Относительно достоверные оценки запасов и численности стерляди осуществляются филиалами ФГБНУ «ВНИРО» преимущественно для «заводских» популяций, формируемых искусственным путем при мероприятиях по реинтродукции. Достоверные оценки запасов стерляди в реках Сибири в настоящее время отсутствуют.

Объёмы выпуска стерляди в водохранилища и реки России к 2020 г. ста-

ли сопоставимы с объёмами выпуска проходных осетровых. Экономически рентабельная схема сбыта рыболовского материала стерляди через реализацию компенсационных мероприятий приводит к неоправданному увеличению объёмов зарыблений данным видом осетровых и появлением новых рыболовных предприятий, специализирующихся не на производстве товарной рыбы, а на получение молоди стерляди для зарыбления естественных водоёмов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арнольд И.Н.* Опыты Казанского отдела Императорского Российского общества рыболовства и рыболовства по искусственному оплодотворению икры и выводу мальков стерляди в 1911–1914 гг. // Вестник рыбопромышленности. 1915. № 1. С. 2–19. № 2. С. 62–94.
- Баженов А.М.* Опыт выращивания маломерной стерляди в закрытом водоёме // Вестник рыбопромышленности. 1907. Т. 22. № 3. С. 138–139.
- Байдук Е.А.* Современное состояние искусственного воспроизводства стерляди в Азово-Донском районе // В сборнике: Водные биоресурсы и аквакультура Юга России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура». Отв. ред. г.А. Москул. 2018. С. 17–21.
- Бондарчук О.Л., Герасимов Ю.В.* Особенности пищевого и поискового поведения молоди стерляди при прудовом и бассейновом подращивании // Известия Калининградского государственного технического университета. 2016. № 42, С. 30–38.
- Борисова Л.Е.* О зарыблении реки Ворона в границах Тамбовской области молодью *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28. № 3. С. 162–165.
- Бородин Н.А.* Материалы к биологии осетровых // Труды отдела ихтиологии И. Р. О. Акклиматизации, Москва. 1897. Т. 2. С. 261–272.
- Бартош Н.А.* Современное состояние популяций стерляди Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М.: Экономика и информация, 2004. С. 112–159.
- Букирев А.И., Козьмин Ю.А., Соловьева Н.С.* Рыбы и рыбный промысел Средней Камы // Изв. ЕНИ при Перм. гос. университете. 1959. Т. 14. Вып. 3. С. 17–53.
- Быков А.Д.* Проблемы искусственного воспроизводства стерляди в бассейне р. Оки // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. № 12. С. 8–19.
- Быков А.Д., Митенков Ю.А., Меньшиков С.И., Соловьев И.Н.* Современное состояние ихтиофауны реки Днепр в границах Смоленской области // Вопр. рыболовства. 2017. Т. 18, № 1. С. 65–76.
- Быков А.Д., Палатов Д.М.* Биология стерляди *Acipenser ruthenus* среднего течения Оки // Тр. Окского гос. природ. биосфер. заповед.: сб. ст. Рязань: НП «Голос губернии», 2019. С. 103–137.
- Вещев П.В.* Воспроизводство стерляди (*Acipenser ruthenus* L) на Нижней Волге // Вопр. ихтиологии. 1982. Т. 22. Вып. 4. С. 576–581.
- Вотинов Н.П., Еньшина С.А.* Состояние запасов стерляди в Обь-Иртышском бассейне // Гидрология и гидробиология Западной Сибири. Томское городское изд-во, 1975. С. 71–75.
- Гадинов А.Н., Крючкова Г.Н.* Искусственное воспроизводство осетровых рыб в целях сохранения биоразнообразия ихтиофауны р. Енисей // Вестник КрасГАУ. 2008. № 4. С. 148–153.
- Герасимов Ю.В., Васюра Л.Е., Стрельникова А.П.* Современное состояние стад стерляди в водоёмах Верхней Волги и перспективы их искусственного воспроизводства // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и

пути их стабилизации. 2004. М. «Экономика и информация». С. 59–76.

Герасимов Ю.В., Малин М.И., Соломатин Ю.И., Базаров М.И., Бражник С.Ю. Распределение и структура рыбного населения в водохранилищах Волжского каскада в 1980-е и 2010-е гг. // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2018. № 82 (85). С. 82–106.

Гербильский Н.Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов // В кн.: Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов. Л. : 1941. С. 5–35.

Гербильский Н.Л. Современное состояние и перспективы метода гипофизарных инъекций в рыбоводстве // Труды Лаборатории осн. рыбоводства, 1942. Т. 1. С. 5–24.

Говоркова Л.К., Анохина О.К., Гончаренко К.С., Калайда М.Л. Сохранение запасов стерляди Куйбышевского водохранилища и ее воспроизводства на современном этапе. Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2013. № 6. С. 29–36.

Горбачева Л.Т., Горбенко Е.В., Панченко М.Г., Воробьева О.А., Павлюк А.А. Некоторые аспекты проблемы повышения эффективности разведения донской стерляди (*Acipenser ruthenus*) на ОРЗ Азово-Донского района // Труды АзНИИРХ. Сборник научных трудов. Ответственный редактор В.Н. Белоусов. Ростов-на-Дону, 2019. С. 178–183.

Гранин А.В., Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. и др. Структура популяции стерляди *Acipenser ruthenus* L Куйбышевского водохранилища по материалам 2012–2019 гг. // Известия КГТУ. 2020. № 59. С. 35–48.

Гримм О.А. Рыбоводство. Научные основы и практика рыбоводства. М. : Сельхозгиз, 1931. 263 с.

Данилевский Н.Я. Описание рыболовства в северо-западных озерах. Исследования о состоянии рыболовства в России. Т. IX. СПб.: Мин-во гос. имуществ, 1875. 151 с.

Диксон Б.И. Современное положение стерлядеводства в Саратовском районе // Ма-

териалы к познанию русского рыболовства. 1916. Т. 5. Вып. 10. С. 17–23.

Диксон Б.И. Отчёт о работах Саратовской Рыбоводной организации по искусственному разведению стерляди // Работы Волжской Биологической станции. Саратов. 1919. Т. 5. Вып. 3. С. 149–178.

Дубинин В.И., Котляревская Т.Н., Пашкин Л.М., Храмова Л.Н. Волгоградская субпопуляция нижеволжской стерляди // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2001. С. 82–94.

Егоров А.Г. Краткое сообщение об ангарской стерляди // Известия Биол. географич. научно-исслед. ин-та. 1961. Т. 20. С. 299–311.

Елеонский А.Н. Поездка в бассейн р. Оки для исследований нерестилищ стерляди // Вестник рыбопромышленности. 1916. № 11. С. 569–582.

Ермолин В.П., Белянин И.А. Современное состояние популяции стерляди (*Acipenser ruthenus*; Acipenseridae) в Волгоградском водохранилище // Современная наука: Актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции: в 2 Ч. Пенза, 2020. С. 28–32.

Ермолин В.П., Белянин И.А., Кияшко В.В., Ильин Н.С. Современное состояние популяции стерляди (*Acipenser ruthenus*; Acipenseridae) в Саратовском водохранилище // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения. Сборник статей XXII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 10–16.

Заделёнов В.А. Сохранение и воспроизводство стерляди енисейской популяции – перспективного объекта осетрового хозяйства России // Рыбн. хозяйство. 2007. № 1. С. 86–89.

Заделёнов В.А. Стерлядь бассейна р. Енисей: естественное и искусственное воспроизводство // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М.: Экономика и информация, 2004. С. 77–94.

- Зыков Л.А., Герасимов Ю.В., Абраменко М.И. Оценка промыслового возврата стерляди *Acipenser ruthenus* Нижней Волги от молоди искусственного воспроизводства // *Вопр. рыболовства*. 2017. Т. 18. №4. С. 422–437.
- Интересова Е.А., Бабкина И.Б., Суслеев В.В. и др. Стерлядь *Acipenser ruthenus* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области). Распространение, динамика промысла, возраст и рост // *Вестник рыбохозяйственной науки*. 2018. Т. 5. № 2 (18). С. 60–71.
- Кавтаров Д.А. Создание маточных стад осетровых рыб на Можайском Производственно-экспериментальном рыболовном заводе // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2016. №2. С. 37–39.
- Казаринов С.Н., Мерзляков И.Н., Поносов С.В., Комарова Л.В. Видовой состав и особенности распределения ихтиофауны Камского водохранилища // *Вестник Пермского университета. Серия: Биология*. 2021. № 1. С. 39–52.
- Калайда М.Л., Борисова С.Д., Хамитова М.Ф., Калайда А.А. Воспроизводство стерляди в Поволжском регионе как сложная структурная задача развития аквакультуры // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2021. № 1 (180). С. 8–17.
- Калмыков В.А., Рубан Г.И., Павлов Д.С. Миграции и запасы стерляди *Acipenser ruthenus* (Acipenseridae) нижнего течения реки Волги // *Вопр. ихтиологии*. 2010. Т. 50. № 1. С. 48–55.
- Капкаева Р.З. Стерлядь Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ // *Сборник научных трудов ГосНИОРХ*. 1988. Вып. 280. С. 43–54.
- Коновалов А.Ф., Коновалов Ф.Я. Промысел осетровых рыб в реках Вологодской области в XVI–XX веках // *Вопр. рыболовства*. 2016. Т. 17. № 2. С. 148–164.
- Костицын В.Г., Костицына Н.В. Опыт искусственного воспроизводства стерляди *Acipenser ruthenus* в бассейне Средней Камы // *Вопр. рыболовства*. 2012. Т. 13. № 2 (50). С. 411–420.
- Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К., Остроумова И.Н. Искусственное воспроизводство рыб на северо-западе России // *Труды ВНИРО*. 2015. Т. 153. С. 26–41.
- Котов В.В. Из практики по добыче, оплодотворению стерляжьей икры и выводу мальков // *Вестник рыбопромышленности*. 1915. Вып. 1. С. 19–26.
- Котов В.В. Доклад об итогах по разведению стерляди в Казанском районе // *Материалы к изучению русского рыболовства*. 1916. Т. 5. Вып. 10. С. 23–28.
- Крохалевский В.Р., Бабкина И.Б., Визер А.М. и др. Состояние запасов осетровых рыб в водных объектах Сибири // *Вопр. рыболовства*. 2018. Т. 19. № 3. С. 269–284.
- Крохалевский В.Р., Матковский А.К. Проблемы управления промыслом с помощью общего допустимого улова и квот вылова в водоемах Сибири // *Вопр. рыболовства*. 2015. Т. 16. № 4. С. 506–522.
- Лазарева В.И., Степанова И.Э., Цветков А.И., Пряничникова Е.Г., Перова С.Н. Кислородный режим водохранилищ Волги и Камы в период потепления климата: Последствия для зоопланктона и зообентоса // *Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН*. 2018. № 81 (84). С. 47–84.
- Лепилина И.Н., Власенко А.Д., Калмыков В.А., Чаплыгин В.А., Имантаев А.Б. Оценка динамики численности и качественных показателей производителей проходных видов рыб в р. Волге // *Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России: уровни, подходы, состояние изученности. Коллективная монография по материалам XXII Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России»*. Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН. Махачкала, 2020. С. 143–154.
- Литвиненко А.И., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф., Бессараб А.С. Оценка величины браконьерского лова сибирской стерляди *Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt в среднем течении р. Иртыш // *Вопр. рыболовства*. 2013. Т. 14. № 1 (53). С. 94–105.

Лобовиков Л.Н. Биология стерляди (*Acipenser ruthenus marsilii* Brand) р. Иртыш // Учёные записки Пермского Гос. университета. Пермь. 1938. Т. 3. Вып. 2. С. 165–190.

Лукин А.В. Стерлядь Куйбышевского водохранилища и пути её приспособления к новому существованию. Казань: Изд-во Казанского университета, 1981. 84 с.

Мамонтов А.Н. Стерлядь р. Ангары и Братского водохранилища // В сб.: Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. Иркутск. 1970. С. 195–212.

Матковский А.К., Кочетков П.А., Степанова В.Б. и др. Обеспеченность пищей неоходимых объёмов искусственного воспроизводства осетровых и сиговых видов рыб в водных объектах Обь-Иртышского бассейна // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4. № 1 (13). С. 20–40.

Мельченков Е.А., Канидьева Т.А., Воробьёв А.П., Арчибасов А.А. Оценка влияния температурного режима на продолжительность процесса оогенеза при содержании самок стерляди в межнерестовой период // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2019. № 9 (164). С. 36–41.

Мильштейн В.В. Осетроводство. М.: Пищевая промышленность. 1972. 159 с.

Михайлова М.В., Львов Л.Ф., Муртазин П.М. Опыт выращивания стерляди на ОРЗ дельты Волги // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М. «Экономика и информация». 2004. С. 220–224.

Михеева О.И., Михеев П.Б., Мельникова А.Г., Казаринов С.Н., Петренко Н.Г., Ельченкова О.Н. Мероприятия по компенсации ущерба водным биоресурсам от хозяйственной деятельности человека и оценка их эффективности на примере стерляди *Acipenser ruthenus*, выпускаемой в Камское водохранилище // В сборнике: Современное состояние водных биоресурсов. Материалы V-ой международной конференции. Под редакцией Е.В. Пищенко, И.В. Морузи. 2019. С. 229–232.

Мусатов А.П. Стерлядь реки Оки // Рыбоводство и рыболовство. 1964. № 5. С. 22.

Ненашев Г.А., Блинов Ю.В., Клевакин А.А., Минин А.Е. Состояние запасов и перспективы восстановления численности стерляди в Чебоксарское водохранилище // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М. «Экономика и информация». 2004. С. 193–202.

Новосёлов А.П. Стерлядь бассейна р. Северная Двина // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М.: «Экономика и информация», 2004. С. 160–174.

Овсянников Ф.В. Первый опыт искусств, разведения стерляди в Санкт-Петербургском общ-ве естествоиспытателей. 1873. Т. 4. Вып. 2. С. 249–258.

Остроумов А.А. О состоянии запасов северодвинской стерляди // Рыбн. хозяйство. 1955. № 5. С. 35–38.

Остроумов А.А. О росте малька стерляди // Труды общ-ва естествоиспытателей при Казанском университете. 1910. Казань. 43 с.

Остроумов А.А. О некоторых результатах культуры стерляди в зоологическом кабинете Императорского Казанского университета // Издание общества содействия успехам опытных наук и их практических применений. Москва, 1915. 26 с.

Пельцам Э.Д. Наставление к искусственному разведению стерляди. Казань. 1886. 24 с.

Персов Г.И. Пути рационализации производства волжской стерляди // Вестник Ленинградского университета, 1949. № 11. С. 11–17.

Персов Г.И. Стерлядь – как объект рыбоводства, акклиматизации и товарного выращивания // В кн.: Осетровое хозяйство в водоёмах СССР. Изд-во АН СССР. 1963. С. 40–43.

Подлесный А.В. Состояние запасов осетровых на Енисее и пути их увеличения // Осетровое хозяйство в водоёмах СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 196–199.

Подушка С.Б., Шебанин В.И., Харитонов В.Ф., Пилаури А.Н. Загадка окской стерляди

ди // Рыбоводство и рыболовство. 1995. № 1. С. 8–9.

Пономарёва Е.Н., Григорьев В.А., Сорокина М.Н., Ковалёва А.В., Корчунов А.А. Особенности гаметогенеза стерляди в зарегулированных условиях водной среды // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбн. хозяйство. 2011. № 2. С. 112–117.

Пономарева Е.Н., Лужняк В.А., Пономарев С.В., Лужняк О.Л. Проблема сохранения и восстановления популяции стерляди *Acipenser ruthenus* (*Acipenseriformes*, *Acipenseridae*) в бассейне реки Дон // Рыбоводство и рыбное хозяйство, 2009. № 6. С. 10–20.

Романов А.Г. Воспроизводство стерляди окской популяции на базе Можайского производственного экспериментального рыбозавода с использованием установок замкнутого цикла водоснабжения // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М. «Экономика и информатика». 2004. С. 17–26.

Селезнева М.В., Дорогин М.А. Стерлядь *Acipenser ruthenus* L, Новосибирского водохранилища // Вестник рыбохозяйственной науки. 2014. Т. 1. № 2 (2). С. 53–57.

Соломатин Ю.И., Базаров М.И. Плотность рыбного населения на русловых участках Иваньковского водохранилища в 2012–2015 гг. // Биология внутренних вод. 2018. № 3. С. 99–102.

Судакова Н.В., Микодина Е.В., Васильева Л.М. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (*Acipenseridae*) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 698–711.

Усыннин В.Ф. Биология стерляди (*Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt) р. Чулым // Вопр. ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 4. С. 624–635.

Французов Н.И. Материалы к биологии стерляди Цимлянского водохранилища // Изв-во ГосНИОРХ. 1958. Т.45. С. 213–225.

Цыплаков Э.П., Васянин К.И. Динамика численности стерляди *Acipenser ruhtenus* L. в Куйбышевском водохранилище // Вопр. ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 2 (109). С. 243–259.

Чавычалова Н.И., Власенко С.А., Фомин С.С. Современное состояние естественного воспроизводства осетровых видов рыб в р. Волге // Сборник тезисов докладов участников пула научно-практических конференций. под общ. ред. Масюткина Е.П.; Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского; Керченский государственный морской технологический университет; Луганский государственный педагогический университет. Керчь, 2021. С. 295–298.

Чебанов М.С. Карнаузов Г.И. Формирование гетерогенного маточного стада для реакклиматизации стерляди в бассейне р. Кубань // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М. 2004. «Экономика и информатика», 2004. С. 42–50.

Шакирова Ф.М., Говоркова Л.К., Анохина О.К. Современное состояние Нижнекамского водохранилища и возможности рационального освоения его рыбных ресурсов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3–1. С. 518–527.

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А., Анохина О.К. и др. Анализ состояния запасов основных промысловых рыб Куйбышевского водохранилища за период 2000–2018 гг. и эффективность их использования промыслом // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 38–50.

Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы. М.: Изд-во: Товарищество науч. изд. КМК, 2010. 249 с.

Шашуловский В.А., Хандожко Г.А. О сохранении естественных популяций стерляди и развитии осетроводства на территории Саратовской области // Состояние популяций

стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М.: «Экономика и информация». 2004. С. 174–181.

Шилин Н.И. Оценка современного состояния осетровых, занесённых в Красную Книгу РФ // Охрана окружающей среды и природопользование. 2014. № 2. С. 55–74.

Шилов В.И. Осетровые в Волгоградском и Саратовском водохранилище // Труды Саратовского отделения ГосНИОРХ. 1971. Т. 11. С. 112–153.

Шмидтов А.И. Искусственное разведение стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) в Татарской Республике // Учёные записки Гос. Казанского университета. 1938. Т. 98. Вып. 96. С. 77–85.

Шмидтов А.И. Стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) // Ученые записки Казанского Гос. университета. Казань. 1939. Т. 99. Вып. 4–5. 279 с.

Шулика Н.А., Тунёв В.Е. Современное состояние численности стерляди (*Acipenser*

*ruthenus*) в р. Иртыш // В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сборник материалов LIV студенческой научно-практической конференции, посвящённой памяти 75-летия Победы в Великой отечественной войне. 2020. С. 526–536.

Щукин Г.П. Разведение стерляди в Среднем Поволжье // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоёмов // Тр. НИИ озёр. и реч. рыб. хоз-ва. 1977. Вып. 20. С. 13–17.

Якобсон Р.П. Рыболовство в Двинском бассейне в пределах Архангельской губернии // Материалы к познанию русского рыболовства. Т. 4. Вып. 8. Петроград: Тип. В. О. Киршбаума, 1915. 43 с.

Яковлев С.В. Восстановление численности стерляди в бассейне р. Дон на участке выше плотины Цимлянской ГЭС // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. М.: «Экономика и информация», 2004. С. 186–193.

#### REVIEWS

### THE CURRENT STATE OF STOCKS AND ARTIFICIAL REPRODUCTION OF STERLET IN RUSSIA

© 2022 y. A.D. Bykov, S.Y. Brazhnik

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 105187*

Based on the analysis of literary sources on the history of fishing in rivers and reservoirs of Russia for the XX and the beginning of the XXI century, the characteristics of the current state of sterlet stocks by subjects in individual fisheries basins are given. The main reasons for the decrease in sterlet catches for the Volga basin are hydro-construction, for the rivers of Siberia – poaching. As a result of re-climatization measures and mass stocking of young sterlet by the 20s of the XXI century, «factory» populations of commercial sterlet were formed in individual reservoirs and rivers of the European part of the country.

*Keywords:* Sterlet, *Acipenser ruthenus*, fishing, catches, artificial reproduction, reacclimatization.

## ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА И НОРВЕЖСКОГО МОРЕЙ

© 2022 г. О.А.Булатов<sup>1</sup>, Д.А.Васильев<sup>1</sup>, Ю.А.Ковалев<sup>2</sup>, А.А.Четыркин<sup>2</sup>

1 – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, 105187

2 – Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), Мурманск, 183038  
E-mail: obulatov@vniro.ru

Поступила в редакцию 7.04.2022 г.

Для оценки состояния запасов и перспектив промысла трески Баренцева моря характерна значительная неопределённость, вызванная особенностями возрастной структуры, что часто приводило к существенным различиям результатов, полученных по разным моделям. Как следствие, это вызывало интенсивные дискуссии как в рамках Международного совета по исследованию моря (ИКЕС), так и на заседаниях Совместной российско-норвежской комиссии (СРНК).

В 2021 г. на специализированном семинаре ИКЕС («бенчмарк»-группе) были уточнены входные данные и конфигурация основной расчетной модели – SAM, связанные с включением дополнительной информации по старшим возрастным группам.

В результате две модели, используемые в настоящее время на рабочей группе ИКЕС для оценки запасов трески (SAM и TISVPA), весьма различные по используемым в них подходам, показали, что численность поколений 2004–2005 г.р. заметно снизилась, что привело к снижению биомассы трески.

Оценка перспектив состояния запаса, выполненная как на основе расчётов по модели SAM, так и на основе альтернативного подхода с использованием индекса АМО (Atlantic Multidecadal Oscillation Index), показала высокую вероятность дальнейшего снижения и стабилизации биомассы нерестового запаса (и уловов) в ближайшие 2–3 года, после чего вероятно восстановление биомассы нерестового запаса за счёт достаточно многочисленных поколений 2011 и 2014 годов рождения.

*Ключевые слова:* оценка запасов, северо-восточная арктическая треска.

### ВВЕДЕНИЕ

Экосистема Баренцева моря характеризуется как одна из наиболее продуктивных зон Мирового океана. Накопленные на сегодняшний день знания позволяют с уверенностью говорить о том, что межгодовая изменчивость абиотических факторов существенно влияет на биологическую продуктивность как экосистемы в целом, так и её отдельных элементов в частности. Не является исключением и северо-восточная арктиче-

ская треска – наиболее важный элемент экосистемы Баренцева моря, динамика запасов которой характеризуется отсутствием стабильности.

Оценки запаса баренцевоморской трески, выполняемые специалистами с использованием различных методов оценки запасов, могут существенно отличаться в зависимости от особенностей использованных методов. Причиной таких изменений служат ошибки наблюдений (в индексах численности,

уловах и т.д.), несоответствие допущений модели реальным процессам и изменение параметров модели оценки. Периодически оценочная модель подвергается экспертизе и её конфигурация уточняется, либо происходит замена модели на более адекватную. В данной статье авторы анализируют, насколько адекватно определяют биомассу применяемые модели и какие перспективы промысла трески ожидают рыбаков в будущем.

### ПРОМЫСЕЛ

Промысловую значимость этого вида трудно переоценить. Треска Баренцева моря – ключевой объект отечественного рыболовства на протяжении нескольких десятилетий, успешность промысла которой в значительной степени определяет экономическую эффективность деятельности предприятий Северного рыбохозяйственного бассейна. В течение периода 1961–2020 гг. вылов неоднократно достигал уровня 0,9–1 млн т, но в дальнейшем нередко стремительно снижался (табл. 1).

Одной из основных причин сокращения вылова является флуктуация численности поколений, что свойственно многим представителям семейства тресковых. Одним из адаптационных приспособлений вида, компенсирующим высокую смертность, является исключительно высокая плодовитость, достигающая у отдельных особей трески нескольких млн шт.

Научно-обоснованные рекомендации промысла стали учитываться рыбаками, начиная с середины прошлого века, до этого времени промысел осуществлялся, исходя из потребностей рынка. Промысел ведётся с использованием разных орудий лова, но преобладает траловый лов. Для тралово-

го лова ограничения промысла были введены с 1978 г., а для прибрежного промысла – с 1989 г. Основные ограничения были связаны с минимальными размерами особей в уловах, минимальным размером ячеи в тралах и неводах, максимально возможным приловом маломерной рыбы, закрытием участков с высокой плотностью молоди, сезонными и территориальными ограничениями.

Следует отметить, что в отдельные годы нерегулируемый, несообщаемый промысел (ННН) достигал существенных величин. Особенно масштабным такой вид промысла был в период низкого уровня запасов. Так в 1992 г. этот вид промысла достиг 130 тыс. т (25% общего вылова), а в 2005 г. – 166 тыс. т (26% общего вылова).

Основными странами, добывающими треску на протяжении многих лет, являются Россия и Норвегия, вылов других странах существенно меньше. Национальный рекорд вылова трески СССР отмечен в 1968 г. и составил 677 тыс. т, Норвегии – в 2013 г. – 439 тыс. т (табл. 2).

Основным орудием лова на протяжении долгого периода являлись тралы различных конструкций. Другие орудия лова составляли меньшую долю, однако играли существенную роль (табл. 3).

### ОЦЕНКА ЗАПАСОВ

На протяжении многих лет основным методом оценки состояния запасов трески являлась модель XSA (Shepherd, 1991). В целом, модель представляет собой специальный метод настройки вычислительной процедуры одновидового анализа виртуальных популяций (ВПА) с использованием данных по уловам на единицу промыслового усилия (CPUE). Однако в последние годы в связи с всту-

ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ

Таблица 1. Вылов по официальным данным и ННН промысел трески Баренцева и Норвежского морей в 1961–2020 гг., т

Год	Подрайон 1	Подрайон 2А	Подрайон 2В	ННН-промысел	Вылов всего
1961	409 694	153 019	220 508	0	783 221
1962	548 621	139 848	220 797	0	<b>909 266</b>
1963	547 469	117 100	111 768	0	776 337
1964	206 883	104 698	126 114	0	437 695
1965	241 489	100 011	103 430	0	444 983
1966	292 253	134 805	56 653	0	483 711
1967	322 798	128 747	121 060	0	572 605
1968	642 452	162 472	269 254	0	<b>1 074 084</b>
1969	679 373	255 599	262 254	0	<b>1 197 226</b>
1970	603 855	243 835	85 556	0	<b>933 246</b>
1971	312 505	319 623	56 920	0	689 048
1972	197 015	335 257	32 982	0	565 254
1973	492 716	211 762	88 207	0	792 685
1974	723 489	124 214	254 730	0	<b>1 102 433</b>
1975	561 701	120 276	147 400	0	829 377
1976	526 685	237 245	103 533	0	867 463
1977	538 231	257 073	109 997	0	<b>905 301</b>
1978	418 265	263 157	17 293	0	698 715
1979	195 166	235 449	9 923	0	440 538
1980	168 671	199 313	12 450	0	380 434
1981	137 033	245 167	16 837	0	399 037
1982	96 576	236 125	31 029	0	363 730
1983	64 803	200 279	24 910	0	289 992
1984	54 317	197 573	25 761	0	277 651
1985	112 605	173 559	21 756	0	307 920
1986	157 631	202 688	69 794	0	430 113
1987	146 106	245 387	131 578	0	523 071
1988	166 649	209 930	58 360	0	434 939
1989	164 512	149 360	18 609	0	332 481
1990	62 272	99 465	25 263	25 000	212 000
1991	70 970	156 966	41 222	50 000	319 158
1992	124 219	172 532	86 483	130 000	513 234
1993	195 771	269 383	66 457	50 000	581 611
1994	353 425	306 417	86 244	25 000	771 086
1995	251 448	317 585	170 966	0	739 999

Таблица 1. Окончание

Год	Подрайон 1	Подрайон 2А	Подрайон 2В	ННН-промысел	Вылов всего
1996	278 364	297 237	156 627	0	732 228
1997	273 376	326 689	162 338	0	762 403
1998	250 815	257 398	84 411	0	592 624
1999	159 021	216 898	108 991	0	484 910
2000	137 197	204 167	73 506	0	414 870
2001	142 628	185 890	97 953	0	426 471
2002	184 789	189 013	71 242	90 000	535 045
2003	163 109	222 052	51 829	115 000	551 990
2004	177 888	219 261	92 296	117 000	606 445
2005	159 573	194 644	121 059	166 000	641 276
2006	159 851	204 603	104 743	67 100	537 642
2007	152 522	195 383	97 891	41 087	486 883
2008	144 905	203 244	101 022	15 000	464 171
2009	161 602	207 205	154 623	0	523 431
2010	183 988	271 337	154 657	0	609 983
2011	198 333	328 598	192 898	0	719 829
2012	247 938	331087	148 638	0	727 663
2013	360 673	421678	183 858	0	<b>966 209</b>
2014	320 347	468 934	197 168	0	<b>986 449</b>
2015	272 405	375 328	216 651	0	864 384
2016	321 347	351 468	176 607	0	849 422
2017	309 902	360 477	197 898	0	868 276
2018	249 397	321 548	207 681	0	778 627
2019	234 985	318 539	139 084	0	692 609
2020	234 029	298 707	160 166	0	692 903
В среднем	271 723	233 288	112 332	14 853	631 606

плением в промысел исключительно многочисленных поколений, повлекших изменение возрастной структуры промыслового запаса, ситуация изменилась. Отработанные ранее варианты применения модели стали приводить к заметной исторической смещённости оценок, что вынуждало ежегодно пересматривать применяемые опции модели. В связи с этим интерес к исполь-

зованию моделей другого класса для оценки этих запасов, а именно, сепарабельных моделей, к числу которых можно отнести модели TISVPA (Васильев, 2006; Vasilyev, 2005) и SAM (ICES, 2009; Nielsen & Berg, 2014), возрос. Это привело к тому, что рабочая группа ИКЕС по арктическому рыболовству, начиная с 2015 г., в качестве основной модели стала использовать SAM.

Таблица 2. Вылов трески различными странами в 1961–2020 гг., т

Год	Фарерские о-ва	Франция	Германия (ГДР)	ФРГ	Норвегия	Польша	Велико-британия	Россия/ СССР	Исландия	Другие	Всего
1961	3 934	13 755	3 921	8 129	268 377	—	158 113	325 780		1 212	783 221
1962	3 109	20 482	1 532	6 503	225 615	—	175 020	476 760		245	909 266
1963	—	18 318	129	4 223	205 056	108	129 779	417 964		—	775 577
1964	—	8 634	297	3 202	149 878	—	94 549	180 550		585	437 695
1965	—	526	91	3 670	197 085	—	89 962	152 780		816	444 930
1966	—	2 967	228	4 284	203 792	—	103 012	169 300		121	483 704
1967	—	664	45	3 632	218 910	—	87 008	262 340		6	572 605
1968	—	—	225	1 073	255 611	—	140 387	676 758		—	1 074 084
1969	29 374	—	5 907	5 543	305 241	7 856	231 066	612 215		133	1 197 226
1970	26 265	44 245	12 413	9 451	377 606	5 153	181 481	276 632		—	933 246
1971	5 877	34 772	4 998	9 726	407 044	1 512	80 102	144 802		215	689 048
1972	1 393	8 915	1 300	3 405	394 181	892	58 382	96 653		166	565 287
1973	1 916	17 028	4 684	16 751	285 184	843	78 808	387 196		276	792 686
1974	5 717	46 028	4 860	78 507	287 276	9 898	90 894	540 801		38 453	1 102 434
1975	11 309	28 734	9 981	30 037	277 099	7 435	101 843	343 580		19 368	829 377
1976	11 511	20 941	8 946	24 369	344 502	6 986	89 061	343 057		18 090	867 463
1977	9 167	15 414	3 463	12 763	388 982	1 084	86 781	369 876		17 771	905 301
1978	9 092	9 394	3 029	5 434	363 088	566	35 449	267 138		5 525	698 715
1979	6 320	3 046	547	2 513	294 821	15	17 991	105 846		9 439	440 538
1980	9 981	1 705	233	1 921	232 242	3	10 366	115 194		8 789	380 434

Таблица 2. Продолжение

Год	Фарерские о-ва	Франция	Германия (ГДР)	ФРГ	Норвегия	Польша	Велико- британия	Россия/ СССР	Исландия	Другие	Всего
						Испания					
1981	12 825	3 106	298	2 228	277 818	14 500	5 262	83 000		-	399 037
1982	11 998	761	302	1 717	287 525	14 515	6 601	40 311		-	363 730
1983	11 106	126	473	1 243	234 000	14 229	5 840	22 975		-	289 992
1984	10 674	11	686	1 010	230 743	8 608	3 663	22 256		-	277 651
1985	13 418	23	1 019	4 395	211 065	7 846	3 335	62 489		4 330	307 920
1986	18 667	591	1 543	10 092	232 096	5 497	7 581	150 541		3 505	430 113
1987	15 036	1	986	7 035	268 004	16 223	10 957	202 314		2 515	523 071
1988	15 329	2 551	605	2 803	223 412	10 905	8 107	169 365		1 862	434 939
1989	15 625	3 231	326	3 291	158 684	7 802	7 056	134 593		1 273	332 481
1990	9 584	592	169	1 437	88 737	7 950	3 412	74 609		510	187 000
1991	8 981	975	Гренландия	2 613	126 226	3 677	3 981	119 427		3 278	269 158
1992	11 663	2	3 337	3 911	168 460	6 217	6 120	182 315		1 209	383 234
1993	17 435	3 572	5 389	5 887	221 051	8 800	11 336	244 860	9 374	3 907	531 611
1994	22 826	1 962	6 882	8 283	318 395	14 929	15 579	291 925	36 737	28 568	746 086
1995	22 262	4 912	7 462	7 428	319 987	15 505	16 329	296 158	34 214	15 742	739 999
1996	17 758	5 352	6 529	8 326	319 158	15 871	16 061	305 317	23 005	14 851	732 228
1997	20 076	5 353	6 426	6 680	357 825	17 130	18 066	313 344	4 200	13 303	762 403
1998	14 290	1 197	6 388	3 841	284 647	14 212	14 294	244 115	1 423	8 217	592 624
1999	13 700	2 137	4 093	3 019	223 390	8 994	11 315	210 379	1 985	5 898	484 910
2000	13 350	2 621	5 787	3 513	192 860	8 695	9 165	166 202	7 562	5 115	414 870

ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ

Таблица 2. Окончание

Год	Фарерские о-ва	Франция	Германия (ГДР)	ФРГ	Норвегия	Польша	Велико-британия	Россия/ СССР	Исландия	Другие	Всего
2001	12 500	2 681	5 727	4 524	188 431	9 196	8 698	183 572	5 917	5 225	426 471
2002	15 693	2 934	6 419	4 517	202 559	8 414	8 977	184 072	5 975	5 484	445 045
2003	19 427	2 921	7 026	4 732	191 977	7 924	8 711	182 160	5 963	6 149	436 990
2004	19 226	3 621	8 196	6 187	212 117	11 285	14 004	201 525	7 201	6 082	489 445
2005	16 273	3 491	8 135	5 848	207 825	9 349	10 744	200 077	5 874	7 660	475 276
2006	16 327	4 376	8 164	3 837	201 987	9 219	10 594	203 782	5 972	6 271	470 527
2007	14 788	3 190	5 951	4 619	199 809	9 496	9 298	186 229	7 316	5 101	445 796
2008	15 812	3 149	5 617	4 955	196 598	9 658	8 287	190 225	7 535	7 336	449 171
2009	16 905	3 908	4 977	8 585	224 298	12 013	8 632	229 291	7 380	7 442	523 431
2010	15 977	4 499	6 584	8 442	264 701	12 657	9 091	267 547	11 299	9 185	609 983
2011	13 429	1 173	7 155	4 621	331 535	13 291	8 210	310 326	12 734	17 354	719 829
2012	17 523	2 841	8 520	8 500	315 739	12 814	11 166	329 943	9 536	11 081	727 663
2013	13 832	7 858	7 885	8 010	438 734	15 042	12 536	432 314	14 734	15 263	966 209
2014	33 298	8 149	10 864	6 225	431 846	16 378	14 762	433 479	18 205	13 243	986 449
2015	26 567	7 480	7 055	6 427	377 983	19 904	11 778	381 188	16 120	9 880	864 384
2016	24 084	7 946	8 607	6 336	348 949	14 639	13 583	394 107	16 031	15 139	849 422
2017	28 636	9 554	13 638	5 977	357 419	14 414	16 731	396 180	11 925	13 802	868 276
2018	26 152	6 605	12 743	9 768	333 539	13 143	11 533	340 364	10 708	14 071	778 627
2019	22 269	6 371	7 553	8 470	282 120	13 939	11 214	316 813	12 294	11 565	692 609
2020*	21 678	5 796	7 391	9 725	289 472	11 402	12 113	312 683	9 734	12 908	692 903

Примечание: \* – предварительные данные

Таблица 3. Вылов трески по орудиям лова, т

Год	Район I		Район IIa		Район IIб	
	Тралы	Другие	Тралы	Другие	Тралы	Другие
1967	238	84.8	38.7	90	121.1	-
1968	588.1	54.4	44.2	118.3	269.2	-
1969	633.5	45.9	119.7	135.9	262.3	-
1970	524.5	79.4	90.5	153.3	85.6	-
1971	253.1	59.4	74.5	245.1	56.9	-
1972	158.1	38.9	49.9	285.4	33	-
1973	459	33.7	39.4	172.4	88.2	-
1974	677	46.5	41	83.2	254.7	-
1975	526.3	35.4	33.7	86.6	147.4	-
1976	466.5	60.2	112.3	124.9	103.5	-
1977	471.5	66.7	100.9	156.2	110	-
1978	360.4	57.9	117	146.2	17.3	-
1979	161.5	33.7	114.9	120.5	8.1	-
1980	133.3	35.4	83.7	115.6	12.5	-
1981	91.5	45.1	77.2	167.9	17.2	-
1982	44.8	51.8	65.1	171	21	-
1983	36.6	28.2	56.6	143.7	24.9	-
1984	24.5	29.8	46.9	150.7	25.6	-
1985	72.4	40.2	60.7	112.8	21.5	-
1986	109.5	48.1	116.3	86.4	69.8	-
1987	126.3	19.8	167.9	77.5	129.9	1.7
1988	149.1	17.6	122	88	58.2	0.2
1989	144.4	19.5	68.9	81.2	19.1	0.1
1990	51.4	10.9	47.4	52.1	24.5	0.8
1991	58.9	12.1	73	84	40	1.2
1992	103.7	20.5	79.7	92.8	85.6	0.9
1993	165.1	30.7	155.5	113.9	66.3	0.2
1994	312.1	41.3	165.8	140.6	84.3	1.9
1995	218.1	33.3	174.3	143.3	160.3	10.7
1996	248.9	32.7	137.1	159	147.7	6.8
1997	235.6	37.7	150.5	176.2	154.7	7.6
1998	219.8	31	127	130.4	82.7	1.7
1999	133.3	25.7	101.9	115	107.2	1.8
2000	111.7	25.5	105.4	98.8	72.2	1.3

Таблица 3. Окончание

Год	Район I		Район IIa		Район IIb	
	Тралы	Другие	Тралы	Другие	Тралы	Другие
2001	119.1	23.5	83.1	102.8	95.4	2.5
2002	147.4	37.4	83.4	105.6	69.9	1.3
2003	146	17.1	107.8	114.2	50.1	1.8
2004	154.4	23.5	100.3	118.9	88.8	3.5
2005	132.4	27.2	87	107.7	115.4	5.6
2006	141.8	18.1	91.2	113.4	100.1	4.6
2007	129.6	22.9	84.8	110.6	91.6	6.3
2008	123.8	21.1	94.8	108.4	95.3	5.7
2009	130.1	31.5	102	105.2	142.1	11.4
2010	151.1	32.9	130	141.4	149.2	5.4
2011	158.1	38.4	163.5	167	181	11.9
2012	212.1	35.9	172.7	158.4	133.8	14.9
2013	308.5	52.2	216.9	204.7	159.7	24.1
2014	268.8	51.5	246.8	222.1	177.9	19.3
2015	224.3	48.1	192.2	183.2	197.7	19.0
2016	285.5	35.8	181.7	169.8	156.3	20.3
2017	265.4	44.5	189.5	171.0	180.0	17.9
2018	204.7	44.7	156.7	164.9	192.0	15.6
2019	199.4	35.6	177.8	140.7	128.9	10.1
2020	199.4	34.6	157.2	141.5	153.5	6.7

Для представителей семейства тресковых характерной особенностью является высокая волатильность численности поколений. Как видно из таблицы 2 треска не является исключением. Численность пополнения в возрасте 3 лет в течение 1946–2020 гг. демонстрировала высокую межгодовую изменчивость. Так, если среднеурожайное поколение имеет численность 755 млн шт., то урожайное 1963 г. рождения – 1902 млн шт. или в 2,5 раза больше. Самое низкое по численности пополнение отмечено в 1983 г. – 157 млн шт. (поколение 1980 г. рождения), что примерно в 5 раз меньше среднего уровня. Безус-

ловно, такие «скачки» в дальнейшем, по мере роста рыб и вступлении их в промысловый запас, оказывают существенное влияние на биомассу.

Промысловый запас трески существенно изменялся в течение 75 лет. Первый максимум биомассы наблюдался в послевоенный период 1946–1962 гг. и составлял 2–4 млн т, в дальнейшем в 1964–1965 гг. отмечалось краткосрочное снижение – до 1,4–1,7 млн т, после чего в 1966–1978 гг. наступил следующий максимум, однако он был в два раза меньше предыдущего. В течение следующих 12 лет (1979–1990 гг.) промысловый запас находился на ста-

бильно низком уровне – около 1 млн т. Третий максимум был относительно непродолжительным и наблюдался в 1991–1997 гг., в это время промысловая биомасса трески превышала 1,5 млн т (в 1993 г. – 2,4 млн т). Затем в 1999–2000 гг. вновь отмечался низкий уровень запасов – 1 млн т, который был весьма непродолжительным, и сменился устойчивым трендом роста запасов, начиная с 2001 г. Следует отметить, что в течение периода 2000–2013 гг. промысловая биомасса увеличилась в 3,5 раза, достигнув значений более 4 млн т (ICES AFWG Rep., 2014). В дальнейшем, начиная с 2014 г. отмечалось медленное снижение промысловой биомассы до 3 млн т. Этот процесс продолжается до настоящего времени и вызван вступлением в промысловую часть запаса неурожайного поколения 2007 г. рождения и низких по численности поколений 2008–2009 гг. (ICES, 2021). Нерестовый запас также был подвержен значительной межгодовой изменчивости. Исторический максимум нерестового запаса отмечался в 2014 г. и составил 2,6 млн т, тогда как минимальный – в 102 тыс. т (1980 г.), что в 6 раз меньше среднегодовых значений.

Особое внимание следует обратить на то, что если средний вылов за 75-летний период составил 672 тыс. т, то средняя биомасса нерестового запаса согласно данным математических оценок запасов составила 614 тыс. т. Согласно несложным расчётам очевидно, что за 2–3 года промыслом должны были быть выловлены все рыбы. Полученные цифры свидетельствуют о несостоятельности точки зрения специалистов ИКЕС о том, что промысел базируется исключительно на нерестовом запасе. Яркой иллюстрацией этого заблуждения являются данные, относящиеся к 1973–1974 гг., когда вылов 6–7 (!) раз превышал нере-

стовый запас. Возможно ли такое даже в теории? Более того, выполненный статистический анализ зависимости пополнения от биомассы нерестового запаса показал низкое значение коэффициента корреляции, которое указывает на отсутствие тесной связи между этими параметрами. Тем не менее, именно на идее зависимости «родители-потомство» основан главный принцип регулирования промысла: установление объёма общего допустимого улова в зависимости от уровня нерестового запаса. Поэтому более обоснованным представляется подход, основанный на использовании в расчётах данных по величине промыслового запаса. В случае, если сравнить соотношение вылова и значения промыслового запаса, то в среднем за период 1946–2020 гг. оно составило 0,29, что представляется адекватной величиной.

Оценки по модели SAM оказались существенно более устойчивыми, однако через несколько лет также обнаружилось несоответствие конфигурации модели реальным процессам (Васильев и др., 2020). По инициативе российских участников ИКЕС провел в 2021 г. экспертизу метода и данных, используемых при оценке запаса СВА трески для корректировки отмеченных недостатков. В процессе экспертизы конфигурация модели была уточнена, также были добавлены ранее не использующиеся индексы съёмки для самых старших и самой младшей возрастных групп. Уточнение конфигурации модели SAM проводилось на основе информационного критерия Акаике (AIC) и оценок ретроспективной устойчивости параметров популяции. В результате на текущий момент удалось добиться большей согласованности оценок модели и данных наблюдений, а также существенно большей устойчивости ретроспективных оценок.

ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ТРЕСКИ

**Таблица 4.** Пополнение, биомасса, вылов и промысловая смертность в 1946–2020 гг.

Год	Пополнение, тыс. шт. (3 года)	Общая биомасса, т	Нерестовая биомасса, т	Вылов, т	Соотношение Вылов/нерестовый запас	Промысловая смертность 5–10- летних рыб
1946	1135788	3922916	951257	706000	0.7422	0.2514
1947	581941	3382444	903002	882017	0.9768	0.3097
1948	438495	3346692	784808	774295	0.9866	0.348
1949	625699	2889457	595004	800122	1.3447	0.3691
1950	1026289	2789609	535963	731982	1.3657	0.3828
1951	2445052	3709628	494928	827180	1.6713	0.4128
1952	2343271	4137579	489062	876795	1.7928	0.458
1953	2420871	4106232	411896	695546	1.6886	0.4126
1954	831333	4208804	407928	826021	2.0249	0.4384
1955	383557	3545134	328216	1147841	3.4972	0.5175
1956	746609	3326386	281791	1343068	4.7662	0.5677
1957	1428442	2812873	212420	792557	3.7311	0.5276
1958	937440	2359384	205292	769313	3.7474	0.5262
1959	1314694	2727446	434170	744607	1.715	0.5466
1960	1483389	2353397	384244	622042	1.6189	0.5405
1961	1554485	2353878	386337	783221	2.0273	0.6338
1962	1252375	2180958	315428	909266	2.8826	0.7402
1963	900621	2012402	216372	776337	3.588	0.8105
1964	468028	1507547	200639	437695	2.1815	0.6771
1965	870506	1451326	108010	444930	4.1194	0.5792
1966	1842715	2213432	120906	483711	4.0007	0.5494
1967	1311586	2728486	128596	572605	4.4527	0.5576
1968	183717	3288929	222794	1074084	4.821	0.6001
1969	110450	2829574	149048	1197226	8.0325	0.7077
1970	205641	2167602	242300	933246	3.8516	0.6965
1971	402577	1657516	330605	689048	2.0842	0.6463
1972	1045979	1608552	353303	565254	1.5999	0.6589
1973	1723668	2279737	334009	792685	2.3732	0.6283
1974	568211	2188062	158889	1102433	6.9384	0.613
1975	608710	2094916	133446	829377	6.2151	0.6587
1976	607084	1943691	167169	867463	5.1891	0.7053
1977	372778	1937560	336183	905301	2.6929	0.8156
1978	622679	1589042	228078	698715	3.0635	0.8529
1979	202675	1137172	180492	440538	2.4408	0.7719

Таблица 4. Продолжение

Год	Пополнение, тыс. шт. (3 года)	Общая биомасса, т	Нерестовая биомасса, т	Вылов, т	Соотношение Вылов/нерестовый запас	Промысловая смертность 5–10- летних рыб
1980	130292	852518	108433	380434	3.5085	0.7605
1981	143781	963860	161314	399038	2.4737	0.7923
1982	183737	750840	321065	363730	1.1329	0.7748
1983	141514	747868	311275	289992	0.9316	0.7913
1984	442251	831178	243575	277651	1.1399	0.8671
1985	534310	1006525	195200	307920	1.5775	0.8104
1986	1374917	1409753	164255	430113	2.6186	0.872
1987	360087	1243086	115231	523071	4.5393	0.9244
1988	335536	1008678	191380	434939	2.2726	0.8801
1989	157635	953135	236896	332481	1.4035	0.6659
1990	130130	903703	300543	212000	0.7054	0.4261
1991	295846	1337457	631789	319158	0.5052	0.4101
1992	715916	1685490	801116	513234	0.6406	0.4867
1993	988150	2201357	700998	581611	0.8297	0.5859
1994	752473	2118586	571721	771086	1.3487	0.7453
1995	539384	1852971	534198	739999	1.3853	0.7702
1996	407389	1697469	550491	732228	1.3301	0.7914
1997	785420	1542345	545261	762403	1.3982	0.9353
1998	1063528	1360918	385646	592624	1.5367	0.9393
1999	632034	1207368	280650	484910	1.7278	0.9365
2000	749727	1227729	255508	414868	1.6237	0.8472
2001	593152	1478197	382986	426471	1.1135	0.7393
2002	374202	1594432	520717	535045	1.0275	0.678
2003	756675	1680492	570925	551990	0.9668	0.6318
2004	242069	1566989	665416	606445	0.9114	0.7019
2005	693264	1517099	578794	641276	1.108	0.7041
2006	536630	1541849	583476	537642	0.9214	0.6028
2007	1243906	1866680	650377	486883	0.7486	0.44
2008	1002761	2548331	721138	464171	0.6437	0.3593
2009	581758	3081618	1009877	523430	0.5183	0.3062
2010	201832	3325191	1241679	609983	0.4913	0.2901
2011	358117	3563773	1803005	719830	0.3992	0.3054
2012	503017	3644935	2022883	727663	0.3597	0.2886
2013	464921	3740027	2257041	966209	0.4281	0.3139

Таблица 4. Окончание

Год	Пополнение, тыс. шт. (3 года)	Общая биомасса, т	Нерестовая биомасса, т	Вылов, т	Соотношение Вылов/нерестовый запас	Промысловая смертность 5–10- летних рыб
2014	852202	3480488	2153272	986449	0.4581	0.3312
2015	452019	3321906	1750900	864384	0.4937	0.3308
2016	286334	2898026	1407673	849422	0.6034	0.3504
2017	781901	2829945	1428859	868276	0.6077	0.3838
2018	508296	2631587	1286834	778627	0.6051	0.3989
2019	659091	2528242	1227414	692609	0.5643	0.4085
2020	572413	2248053	1004037	692903	0.6901	0.4342
Среднее	<b>740346</b>	<b>2223721</b>	<b>568086</b>	<b>672476</b>	<b>2.0335</b>	<b>0.5937</b>

### РЕЗУЛЬТАТЫ

На Рабочей группе ИКЕС по арктическому рыболовству в 2021 г. модель SAM применялась уже в усовершенствованной конфигурации (ICES, 2021). Стоит отметить, что оценки запаса трески в уточнённой модели SAM оказались весьма близки к оценкам, получаемым по используемой на AFWG альтернативной модели – TISVPA (Рис. 1).

Согласно оценке каждой из моделей, промысловый и нерестовый запасы трески достигли пиковых значений в 2013–2014 гг., а затем стали снижаться (рис. 1). Такая динамика во многом определялась

высокой численностью урожайных поколений 2004–2005 годов рождения. Поскольку последующие поколения были значительно меньше по численности, произошло снижение биомассы. В настоящее время промысловый потенциал этих поколений почти полностью исчерпан (рис. 2), поэтому в ближайшие годы ожидается снижение запаса.

Соответственно, в связи со снижением биомассы нерестового запаса, снижается и общий допустимый улов (ОДУ) трески, рассчитываемый по правилу регулирования промысла, принятому в Смешанной российско-норвеж-

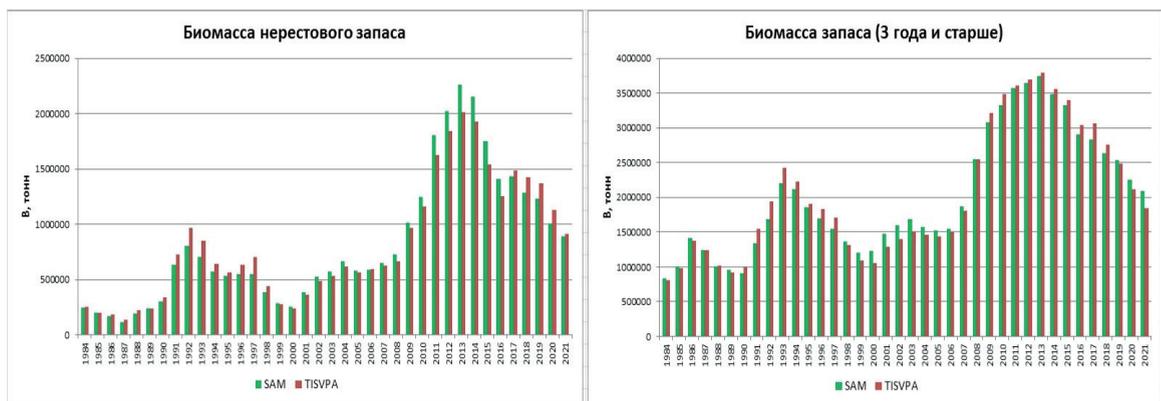


Рис. 1. Оценки биомассы нерестового и общего (3 года и старше) запаса трески, полученные по моделям SAM и TISVPA.

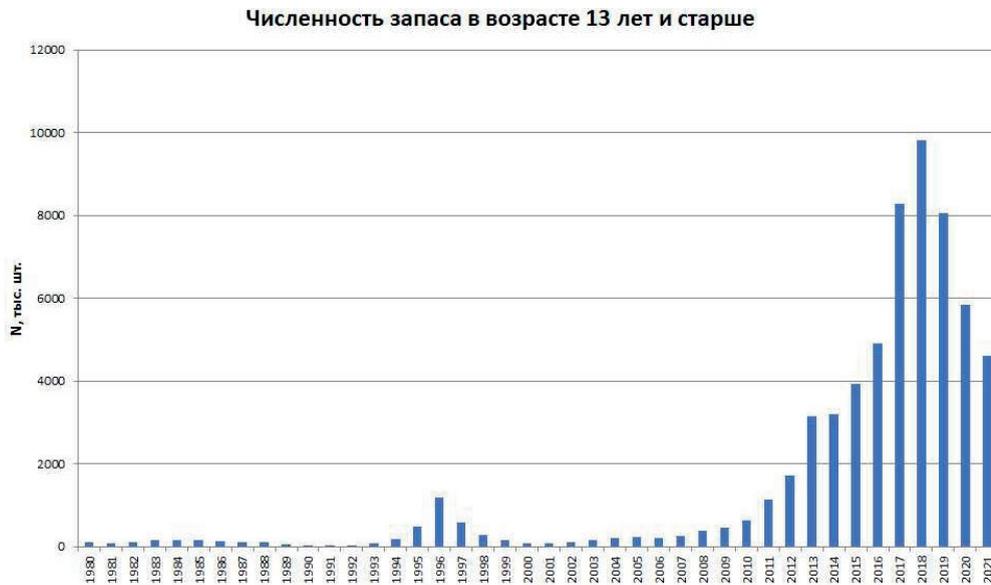


Рис. 2. Оценки численности трески в возрасте 13 лет и старше (по модели SAM).

ской комиссии по рыболовству (СРНК). Так, сокращение вылова в 2022 г. должно составить не более 20%, и в последующем 2023 г. с высокой вероятностью вылов также может сократиться еще на 20%.

Альтернативная оценка динамики биомассы нерестового запаса получена на основе выявленных корреляционных связей между биомассой запаса и интегральными климатическими показателями. Индекс АМО (Atlantic Multidecadal Oscillation Index) является хорошим индикатором условий формирования поколений, а при надлежащем учёте промысловой нагрузки – и биомассы запаса (Bulatov, 2013). Здесь был использован подход, разработанный нами ранее (Булатов, Васильев, 2018), однако он был модифицирован в связи с появлением новых оценок биомассы нерестового запаса трески, полученных по модели с возрастной структурой SAM (ICES, 2021).

Связь оценок биомассы нерестового запаса (SSB) со значениями индекса АМО аппроксимировалась следующим соотношением:

$$\ln(SSB) = aI + b\ln(K) + c \quad (1)$$

где:

$I$  – среднегодовой индекс АМО, усредненный за 12 лет с привязкой среднего к последнему году 12-летнего интервала и использующийся со сдвигом в 3 года относительно года SSB;

$K$  – коэффициент эксплуатации (улов/SSB), усреднённый за 4 года, включая год SSB;

$a, b, c$  – параметры, оцениваемые путем минимизации суммы квадратов отклонений между  $\ln(SSB_y)$ , полученными по модели с возрастной структурой (SAM), и значениями  $\ln(SSB_y)$  полученным по уравнению (1). Суммирование производится по годам  $y$ .

Оценки параметров составили:

$$a = 0,47 \quad b = -1,17 \quad c = 13,36$$

В расчётах использовались значения индекса АМО, начиная с 1964 г. (<http://www.psl.noaa.gov/data/timeseries/AMO/>). Найденная зависимость обеспечила весьма высокую корреляцию между оценками биомассы нерестового запаса по модели с возрастной структурой (при оценке параметров уравнения (1)

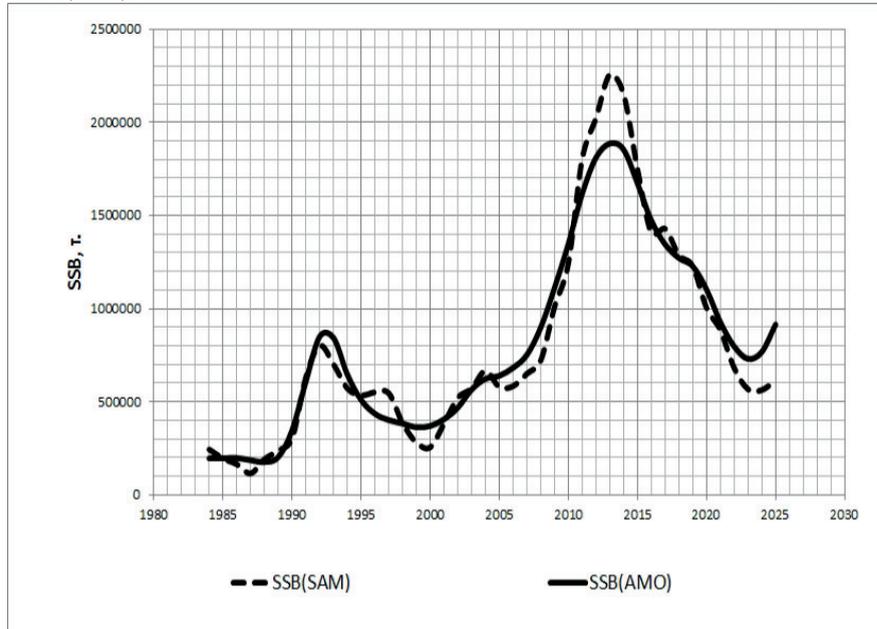
использовались оценки до 2021 г. включительно) и оценками биомассы нерестового запаса, полученными по индексу АМО по уравнению (1) (рис. 3).

Корреляция между оценками биомассы нерестового запаса по модели с возрастной структурой SAM и оценка-

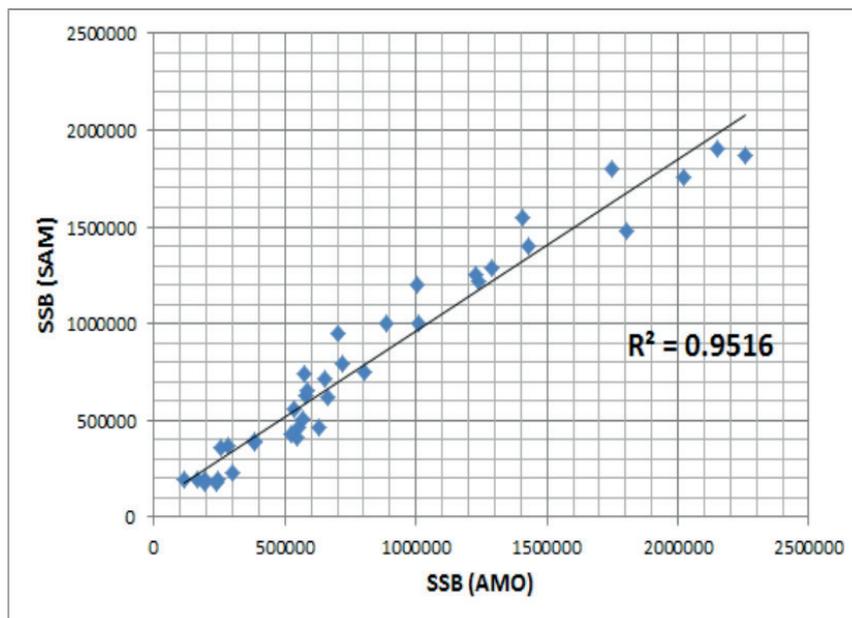
ми, полученными по индексу АМО, оказалась весьма высокой (рис. 4).

### ВЫВОДЫ

Привлечение дополнительных данных научных съёмок, особенно информации по самым старшим возрастным



**Рис. 3.** Сравнение оценок биомассы нерестового запаса, полученных по модели SAM (ICES, 2021) и по индексу АМО.



**Рис. 4.** Корреляция между оценками биомассы нерестового запаса, полученными по модели SAM (ICES, 2021) и по индексу АМО.

группам, и уточнение конфигурации модели, позволили заметно повысить точность и устойчивость оценок запаса баренцево-морской трески.

Наблюдаемое в течение ряда последних лет снижение биомассы нерестового запаса вызвано естественной убылью многочисленных поколений старших возрастов, главным образом исключительно урожайных поколений 2004–2005 годов рождения.

Прогноз состояния нерестового запаса, выполненный как на основе расчетов по модели SAM, так и на основе альтернативного подхода с использованием индекса АМО, показал высокую вероятность дальнейшего краткосрочного снижения биомассы нерестового запаса (и уловов) в ближайшие 2–3 года. Однако после вступления в нерестовую часть популяции достаточно многочисленных поколений 2011 и 2014 годов рождения, не исключен рост биомассы трески.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Булатов О.А., Васильев Д.А. Новые подходы в оценке и прогнозе запасов Северо-Восточной арктической трески с привлечением промыслово-статистических и климатических данных // *Вопр. рыболовства*, 2018. Т. 19. № 1. С. 34–41.

Васильев Д.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611764 // *Реестр программ для ЭВМ*. 2006.

Васильев Д.А., Ковалев Ю.А., Четыркин А.А. Уточнение когортной модели для оценки состояния запаса трески Баренцева моря. // *Вопр. рыболовства*, 2020. Т. 21. № 1. С. 98–105.

Bulatov O.A. Climate change and the fishery in Russia-2025 // *ICES CM 2013/B:70*. 2013. Ref. 3267.

ICES. Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG) // *ICES Scientific Reports* 2021. 3:58. 817 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8196>

Nielsen A., Berg C.W. Estimation of time-varying selectivity in stock assessments using state-space models. *Fisheries Research*, 2014 158: 96–101.

Shepherd J.G. Extended survival analysis – an improved method for the analysis of catch-at age data and abundance indices // *ICES J. Mar. Sci.* 1999. V. 56. P. 584–591.

Vasilyev D. Key aspects of robust fish stock assessment. М.: VNIRO Publ., 2005. 105 p.

**FISHERY AND THE STATE OF THE BARENTS  
AND NORWEGIAN SEAS COD STOCK**

© 2022 г. O.A. Bulatov<sup>1</sup>, D.A. Vasilyev<sup>1</sup>, Yu.A. Kovalev<sup>2</sup>, A.A. Chetyrkin<sup>2</sup>

*1 – Russian Federal Research Institute of Fisheries  
and Oceanography (VNIRO), Moscow, 105187*

*2 – Polar Department of Russian Federal Research Institute  
of Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, 183038*

The assessment of the stock status and prospects for the fishery of the Barents Sea cod is characterized by significant uncertainty caused by the peculiarities of the age structure, which often led to significant differences in the results obtained using different models. As a result, this caused intense discussions both within the framework of the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) and at the meetings of the Joint Norwegian-Russian Fisheries Commission.

In 2021, at a specialized ICES workshop («benchmark» group), the input data and configuration of the main assessment model - SAM, were refined, related to the inclusion of additional information on older age groups.

As a result, two models currently used by the ICES working group to estimate cod stock (SAM and TISVPA), which are very different in their approaches, showed that the number of generations born in 2004–2005 significantly decreased, which led to a decrease in cod biomass. An assessment of the prospects for the state of the stock, performed both on the basis of calculations using the SAM model and on the basis of an alternative approach using the AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation Index), showed a high probability of further decline and stabilization of the spawning stock biomass (and catches) in the next 2–3 years, after which restoration of spawning stock biomass is likely due to sufficiently abundant generations born in 2011 and 2014.

*Keywords:* stock assessment, North-East Arctic cod.

## КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АНТАРКТИЧЕСКИХ КРАБОИДОВ В ТИХООКЕАНСКОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ

© 2022 г. С.Е. Аносов<sup>1</sup>, Н.Н. Кухарев<sup>2</sup>, В.И. Кириченко<sup>3</sup>

1 – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 105187

2 – Керченский отдел Азово-Черноморского филиала  
Всероссийского научно-исследовательского института рыбного  
хозяйства и океанографии (АзНИИРХ), г. Керчь, 298300

3 – Институт рыбного хозяйства и экологии Азовского моря  
(ИРЭМ), г. Бердянск, 71100  
E-mail: anosov@aquarius-s.ru

Поступила в редакцию 16.03.2022 г.

Российские исследования возможности промысла антарктических крабоидов были начаты в 2010 г. в южной части Атлантического океана (Аносов, 2012). Впоследствии появилась идея изучить возможность промысла крабов в Тихоокеанском секторе Антарктики, где подобных исследований ранее никто не проводил, но было известно о прилове на ярус потенциально промысловых видов крабоидов (Аносов, 2015). Осуществление этой идеи наступило в сезон 2018/2019 гг., когда был выполнен первый этап программы, целью которого было установление видового состава и первичное определение распространения крабов в морях Амундсена и Беллинсгаузена. Лов крабов осуществлялся с помощью конических ловушек, которые выставлялись по 120 шт. в порядке. Среднее время застоя составило 32 ч 42 мин. Было встречено 3 вида крабоидов, из которых в качестве потенциально промыслового можно рассматривать только один – *Neolithodes yaldwini*. В результате выполнения этих исследований впервые были получены данные о видовом составе, морфологических параметрах, батиметрическом и пространственном распространении антарктических видов крабоидов семейства Lithodidae.

*Ключевые слова:* антарктический краб, *Paralomis cf. birsteini*, *Neolithodes yaldwini*, Тихоокеанский сектор Антарктики, море Амундсена, море Беллинсгаузена, промысел крабов.

### ВВЕДЕНИЕ

О наличии промысловых видов крабоидов в Южной части Атлантического океана стало известно ещё в 80-х гг. XX в. С 1992 г. по 2010 г. эпизодически осуществлялся их экспериментальный промысел (Аносов, 2015). В целях разведки новых промысловых районов в 2012 г. во ВНИРО была разработана программа ресурсного исследования потенциальных промысловых видов ан-

тарктических крабоидов в Тихоокеанском секторе Антарктики, где подобные исследования ранее не проводились, но было известно о прилове на ярус потенциально промысловых видов крабоидов (Аносов, 2015). Программа была рассчитана на несколько лет и предполагала III этапа исследования. Целью первого этапа было установление видового состава и первичное определение распространения крабов. В сезон 2018–2019 гг. был

выполнен первый этап этой программы в подрайоне 88.2 (море Амундсена) и в подрайоне 88.3 (море Беллинсгаузена) на СРТМ «Волк Арктики», принадлежащему ООО «Антей». Результаты этих исследований представлены в настоящей работе.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Начало выполнения данной программы исследований было связано с окончанием промысла клыкача и закрытием районов для ярусоловов. Поэтому исследовательские работы выполнялись с 1 по 18 марта 2019 г. Согласно программе исследований, в общей сложности предполагалось сделать 45 постановок порядков: 25 в районе 88.2 и 20 в районе 88.3. Однако во время начала выполнения исследовательских работ ледовая и гидрометеорологическая обстановка были неблагоприятными. Поэтому, вместо 45 запланированных постановок порядков, были выставлены только 17: – 5 из них в районе 88.2 и 12, – в районе 88.3.

Во время выборки фиксировалось содержимое каждой ловушки, поднятой на борт. Крабы определялись до вида (по мере возможности), у них определялись длина, ширина и возраст карапакса, масса тела, наличие паразитов, пол и стадии зрелости яиц. Измерения и определение состояния проводились согласно методике, рекомендованной АНТКОМ и описанной в «Справочнике Научного Наблюдателя» в части II, разделы 1, 6, 10 (ССАМЛР, 2011).

#### *Проведение исследований в подрайоне 88.2 (Море Амундсена)*

Выполнение программы исследований было начато в подрайоне 88.2. Предполагалось обследовать подводные горы в квадрате (SSRU) 88.2 H и материковый склон в квадратах 88.2 C – 88.2 G. Но в

связи с тем, что в начале марта над материковым склоном уже сформировались плотные льды, запланированные постановки порядков в этих квадратах выполнить не удалось. Пять постановок были сделаны на подводных горах в квадрате (SSRU) 88.2 H (рис. 1) с небольшой корректировкой по сравнению с запланированными точками. Постановки были осуществлены в диапазоне глубин от 1120 до 1720 м. Практически на всех глубинах (рис. 2) в этом подрайоне был отмечен только один вид, который был определен, как *Paralomis cf. birsteini* (Ahyong, Dawson, 2006).

В общей сложности было выловлено 779 экз. этого вида (таб. 1): самцов – 317 экз.; самок – 264 экз., из них 102 экз. яйценосные. Количество особей с ризоцефаловыми паразитами составило 174 экз. (22,3%).

#### *Проведение исследований в подрайоне 88.3 (Море Беллинсгаузена)*

В подрайоне 88.3 предполагалось обследовать шельф в районе о. Петра I и материковый склон в квадратах (SSRU) 88.3 B – D. В середине марта в районе о. Петра I находилось большое количество крупных льдин и айсбергов, что препятствовало осуществлению постановок порядков, а над материковым склоном в квадрате (SSRU) B находились плотные скопления льдов, поэтому в точках, расположенных в этих квадратах, выполнить запланированные постановки порядков не удалось. В квадратах (SSRU) C и D (рис. 3) все запланированные постановки были сделаны полностью. Порядки были поставлены в диапазоне глубин от 720 до 1710 м. В этом районе отмечались два вида крабоидов: *Neolithodes yaldwini* и второй вид был определен как *Paralomis cf. birsteini* (Thatje et al., 2008). Краб *P. cf. birsteini* встречался на глубинах

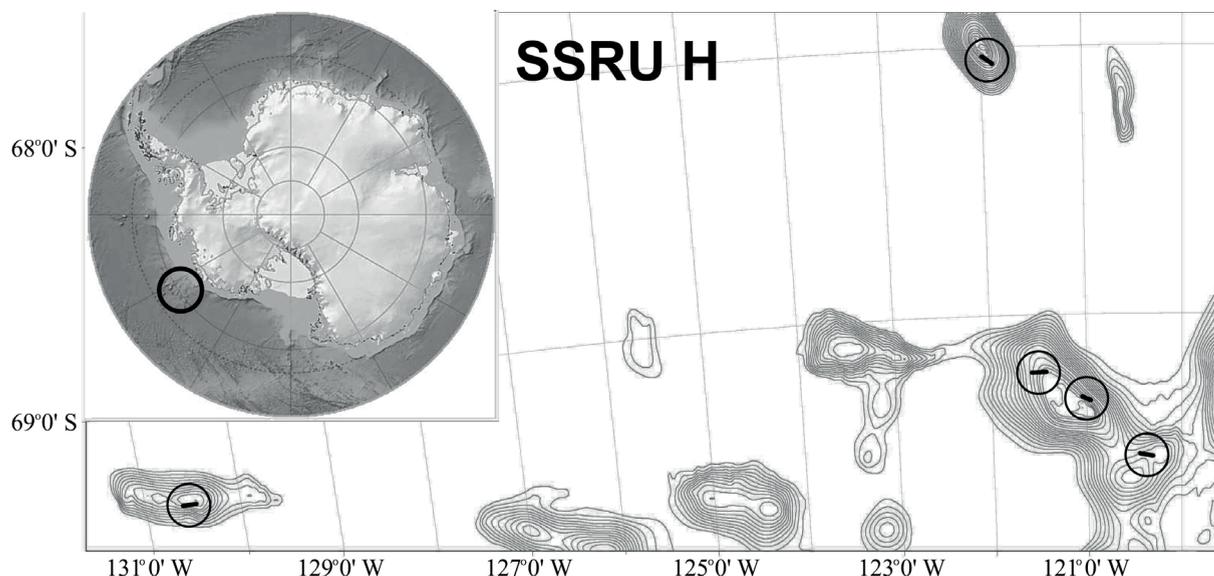


Рис. 1. Карта постановок порядков ловушек в море Амундсена (подрайон 88.2, SSRU H).

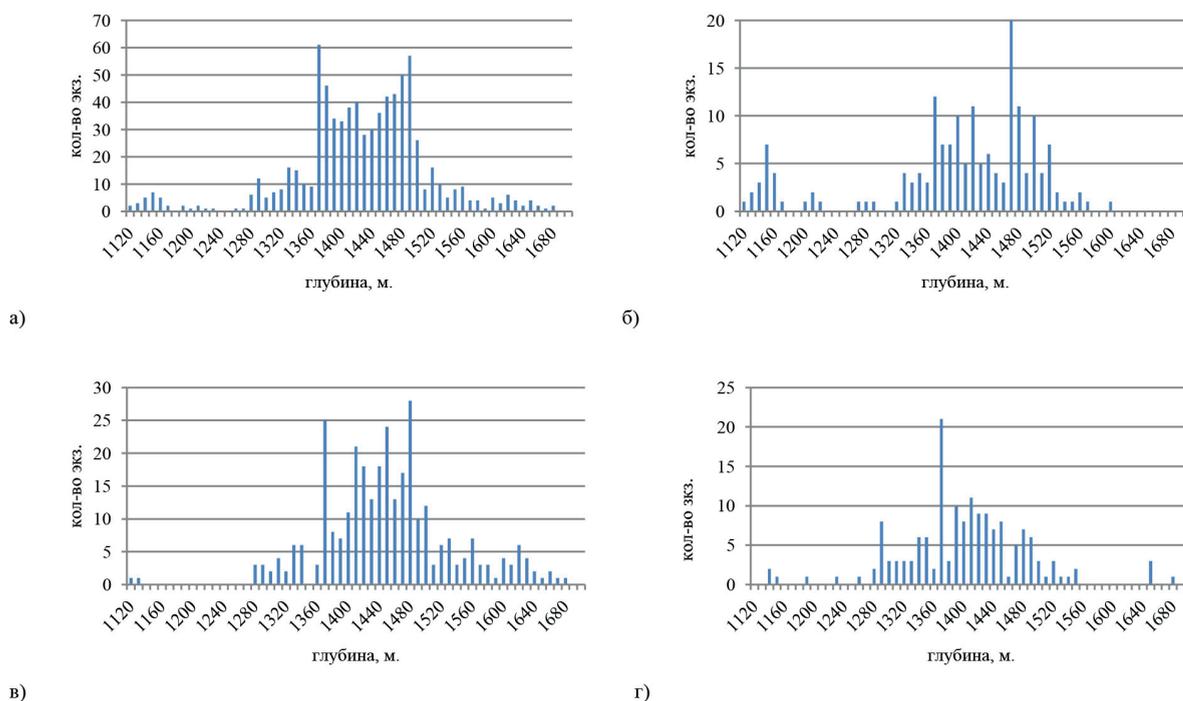
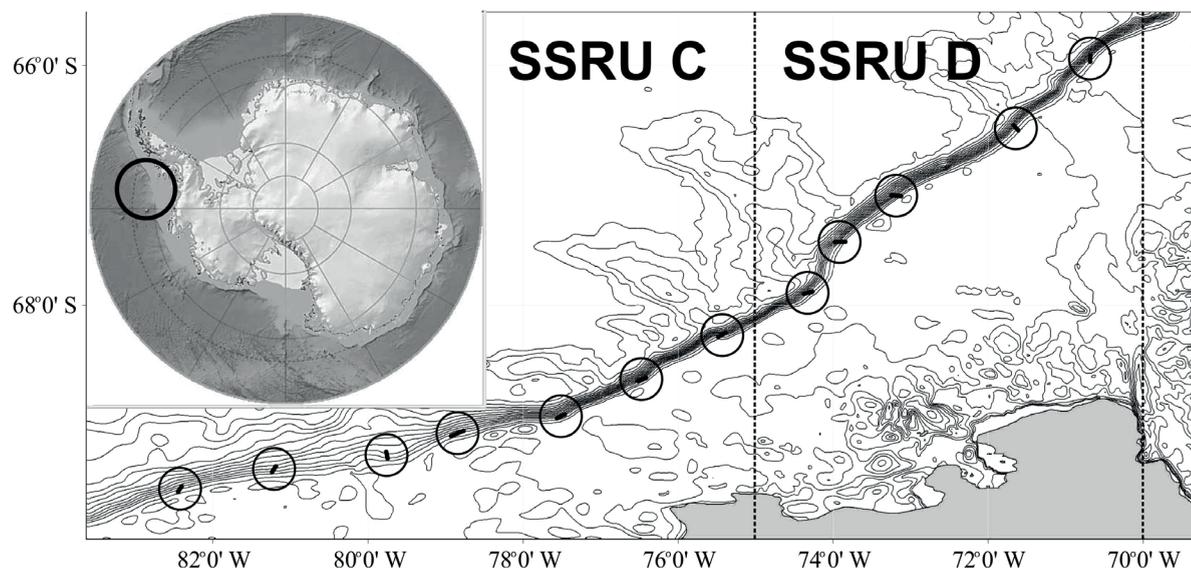


Рис. 2. Встречаемость *Paralomis cf. birsteini* в подрайоне 88.2 в зависимости от глубины: а) общая; б) особей с паразитами; в) самцов; г) самок.

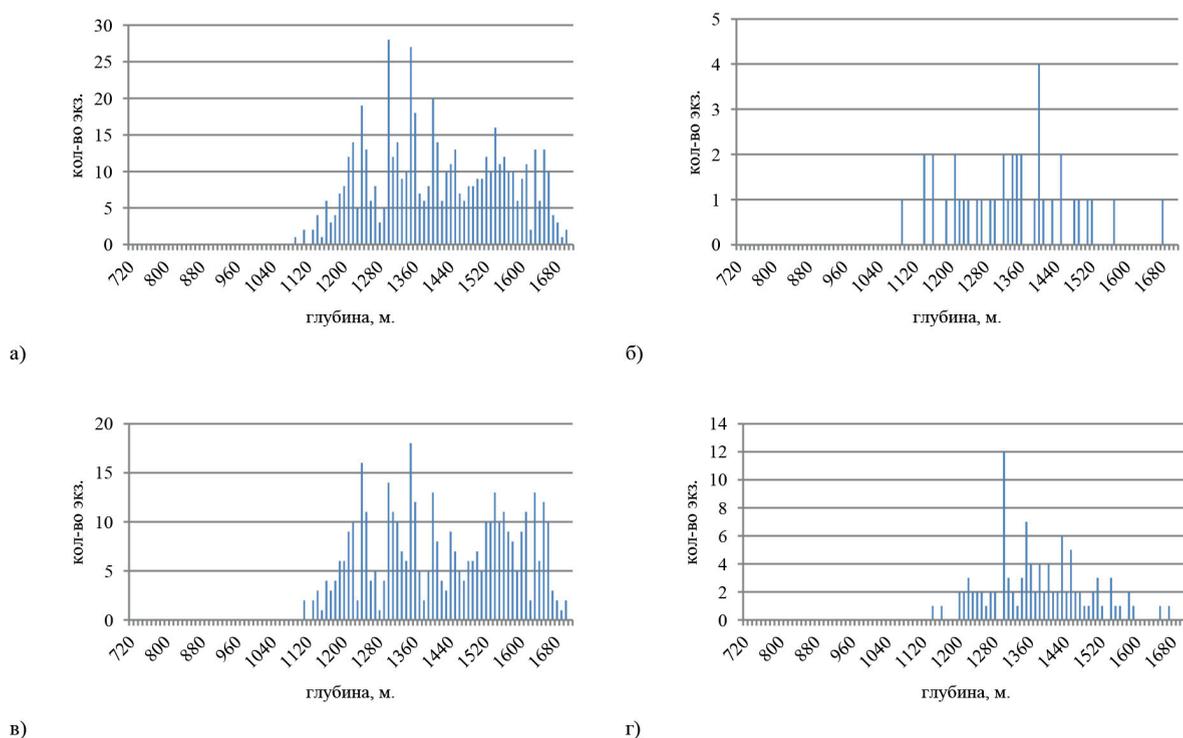
от 1090 м до 1700 м (рис. 4); *N. yaldwini* встречался на глубинах от 1010 м до 1690 м (рис. 5 а), скопления самцов промыслового размера были найдены на глубинах от 1200 до 1580 м (рис. 5 в).

Самки встречались на глубинах 1010 м – 1530 м (рис. 5 б, г).

В общей сложности подрайоне 88.3 было выловлено 544 экз. *P. cf. birsteini* (таб. 1): самцов – 407 экз.; самок –



**Рис. 3.** Карта постановок порядков ловушек в море Беллингаузена (подрайон 88.3). Квадрат (SSRU) В лежит за пределами этой карты, граница квадратов (SSRU) С и D, где осуществлялись постановки, показаны пунктиром.



**Рис. 4.** Встречаемость *Paralomis cf. birsteini* в подрайоне 88.3 в зависимости от глубины: а) общая; б) особей с паразитами; в) самцов; г) самок.

103 экз., из которых: 84 экз. яйценозные; 39 (7,1%) – особей были поражены ризоцефаловыми паразитами. *Neolithodes*

*yaldwini* было выловлено 494 экз. (таб. 1): самцов – 333 экз.; самок – 162 экз., из которых 137 экз. яйценозные.

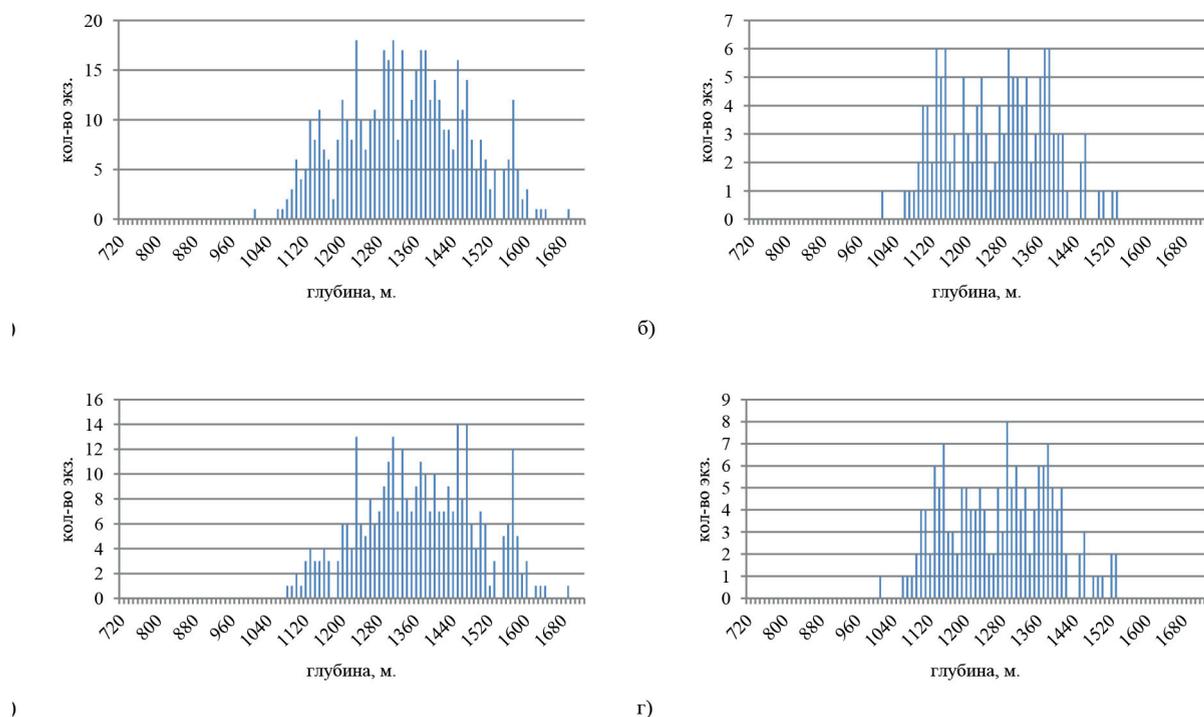


Рис. 5. Встречаемость *Neolithodes yaldwini* в подрайоне 88.3 в зависимости от глубины: а) общая; б) яйценосных самок; в) самцов; г) всех самок.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже приведено количество исследованного материала (таб. 1) и морфометрические параметры антарктических крабоидов (табл. 2; рис. 6).

Из всех видов крабоидов, встреченных в тихоокеанском секторе Антарктики, *Neolithodes yaldwini* является наиболее крупным (табл. 2; рис. 6 д, е), и поэтому рассматривался как потенциальный объект промысла. Из крупных самцов изготавливалась продукция в виде варёно-мороженных конечностей. Наполнение составило в среднем 60–80%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В промысловый сезон 2018–2019 гг. был выполнен первый этап научной программы по исследованию жизненного цикла и ресурсного потенциала крабоидов (Crustacea, Decapoda, Anomura) в тихоокеанском секторе Антарктики. Несмотря на то, что было сделано меньше

половины запланированных постановок порядков, всё же были получены ценные сведения о видовом составе и распространении крабоидов тихоокеанского сектора Антарктики, что соответствует поставленным целям и задачам.

В случае продолжения данных исследований и последующей организации промысла нужно учесть нестабильность доступа к потенциальным промысловым районам, который связан с ледовой обстановкой. Кроме того, нужно учесть низкое наполнение краба в марте.

За время выполнения первого этапа данной программы было встречено три вида крабоидов, из которых только один вид можно рассматривать как потенциально промысловый. Несмотря на то, что в сезон 2018–2019 гг. обнаружить промысловые скопления крабов этого вида не удалось, есть вероятность того, что они существуют в районе материкового склона, который в марте 2019 г. был

КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

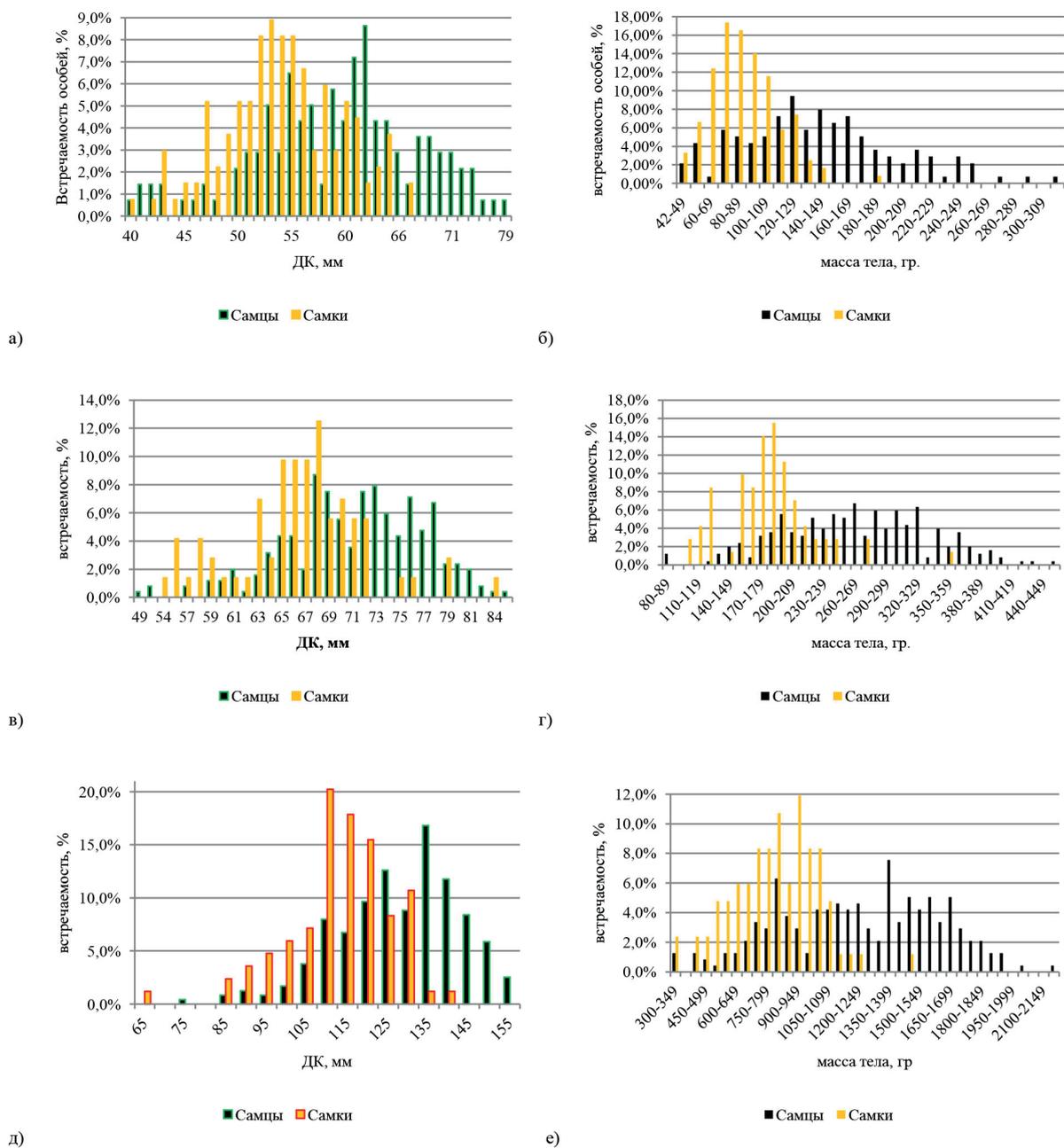


Рис. 6. Размерный ряд по ДК: а) *Paralomis cf. birsteini* в подрайоне 88.2; в) *Paralomis cf. birsteini* в подрайоне 88.3; д) *Neolithodes yaldwini*; Размерный ряд по массе тела: б) *Paralomis cf. birsteini* в подрайоне 88.2; г) *Paralomis cf. birsteini* в подрайоне 88.3; е) *Neolithodes yaldwini*.

Таблица 1. Количество исследованного материала, экз.

Вид	Всего	Самцы	Самки (общ.)	Яйценозные самки	Особи с паразитами	
<i>Paralomis cf. birsteini</i> в 88.2	779	317	264	102	174	22,30%
<i>Paralomis cf. birsteini</i> в 88.3	544	407	103	84	39	7,10%
<i>Neolithodes yaldwini</i>	494	333	162	137	0	0

Таблица 2. Морфометрические параметры крабоидов.

Вид / пол	Длина карапакса, мм.			Масса тела, гр.		
	мин.	ср.	макс	мин.	ср.	макс
<i>Paralomis cf. birsteini</i> в 88.2						
самцы	40	59,7	79	42	144	318
самки	40	54,1	67	44	87,6	180
<i>Paralomis cf. birsteini</i> в 88.3						
самцы	49	71,2	85	80	262,8	458
самки	54	66	84	96	176,6	358
<i>Neolithodes yaldwini</i>						
самцы	78	130	157	318	1230	2154
самки	68	114,9	140	302	810	1484

закрыт ледовыми полями. Это предположение основано на значительном прилове крабов этого вида на ярус в районе моря Амундсена (подрайон 88.2) (Аносов, 2015). В сезон 2013–2014 гг. на 24 постановки трот-яруса на материковом склоне в прилове было отмечено 17 экз. крабов *Neolithodes yaldwini*, что вполне может свидетельствовать о наличии промысловых скоплений данного вида в этом районе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аносов С.Е. Иллюстрированный определитель Decapoda Атлантического сектора Антарктики и прилегающих вод. монография. М.: Изд. ВНИРО, 2012. 90 с.

Аносов С.Е. Перспективы промысла крабоидов в Атлантическом и Тихоокеанском секторах Антарктики и Субантарктики // Сборник материалов VIII Всероссийской научной конференции «Промысловые Беспозвоночные», 2015. С. 51–53.

Справочник научного наблюдателя (Инструкция по проведению наблюдений и справочные материалы). CCAMLR, 2011. Hobart, Australia, С. 5–51. via: <https://www.ccamlr.org/>

Ahyong S.T., Dawson E.W. Lithodidae from the Ross Sea, Antarctica, with descriptions of two new species (Crustacea: Decapoda: Anomura) // Zootaxa. 2006. 1303: P. 45–68.

Thatje S., Hall S., Hauton Ch., et. al. Encounter of lithodid crab *Paralomis birsteini* on the continental slope off Antarctica, sampled by ROV // Polar Biol. 2008. 31: P. 1143–1148.

**THE BRIEF RESULTS OF THE RESEARCH OF ANTARCTIC  
CRABS IN THE PACIFIC SECTOR OF ANTARCTIC**

© 2022 г. S.E. Anosov<sup>1</sup>, N.N. Kukharev<sup>2</sup>, V.I. Kirichenko<sup>3</sup>

1 – Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 105187

2 – Department of the Kerch Azov-Black Sea branch of Russian Federal Research  
Institute of Fisheries and Oceanography (AzNIIRH), Kerch, 298300

3 – Institute of Fisheries and Ecology of the Sea of Azov (REM), Berdyansk, 71100

Russian research into the possibility for fishing of Antarctic crabs was started in 2010 in the South part of Atlantic Ocean (Anosov, 2012). Subsequently appeared the idea to study the possibility of crab fishing in the Pacific sector of Antarctica, where no one had previously conducted such studies, but it was known about by-catch of potentially commercial species of crabs to the longline (Anosov, 2015). The realization is came in the season of 2018/2019, when the first stage of the research program was completed. The purpose was to establish the species composition and the primary determination of the distribution of crabs in the area 88.2 and in the area 88.3. Crab fishing was carried out with the help of conical pots, which were set in 120 pieces in order. The average stagnation time was 32 hours 42 minutes. 3 species of crabs were occurred. Only one can be considered as potentially commercial species – *Neolithodes yaldwini*. As a result of these studies, data on the species composition, morphological parameters, bathymetric and spatial distribution of Antarctic species of crabs of the family Lithodidae were obtained for the first time.

*Keywords:* antarctic crab, *Paralomis cf. birsteini*, *Neolithodes yaldwyni*, Lithodidae, Pacific sector of Antarctic, Amundsen Sea, Bellingshausen Sea, crab's fishery.

**ОКУНЬ-КЛЮВАЧ *SEBASTES MENTELLA* МОРЯ  
ИРМИНГЕРА – СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ  
О СТРУКТУРЕ, СОСТОЯНИИ ЗАПАСА  
И МЕРАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА**

© 2022 г. А.Ю. Рольский

Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), Мурманск, 183038  
E-mail: rol-lex@mail.ru

Поступила в редакцию 5.07.2022 г.

Представлен краткий обзор сведений о популяционной структуре, динамике численности и биомассы запаса окуня-клювача моря Ирмингера по результатам инструментальных и аналитических оценок. На основании этих данных выполнена оценка обоснованности применения существующих мер регулирования промысла окуня в НЕАФК. Показано, что появившиеся в последнее время результаты зарубежных генетических исследований вступают в противоречие с принятой в ИКЕС схемой популяционной структуры окуня-клювача, предполагающей наличие до четырёх запасов этого вида. Точка зрения ИКЕС о депрессивном состоянии пелагических «мелководного» и «глубоководного» запасов окуня-клювача и, как следствие, рекомендации о запрете их промысла, не подтверждается результатами международных тралово-акустических съёмов 2018–2021 гг., а также результатами аналитической оценки, выполненной российскими специалистами для единого запаса окуня-клювача, которые позволяют оценить современное состояние запаса как благополучное. С учётом этих данных рекомендации ИКЕС и НЕАФК по полному запрету специального промысла окуня-клювача на период до 2024 г. представляются недостаточно обоснованными и требуют пересмотра.

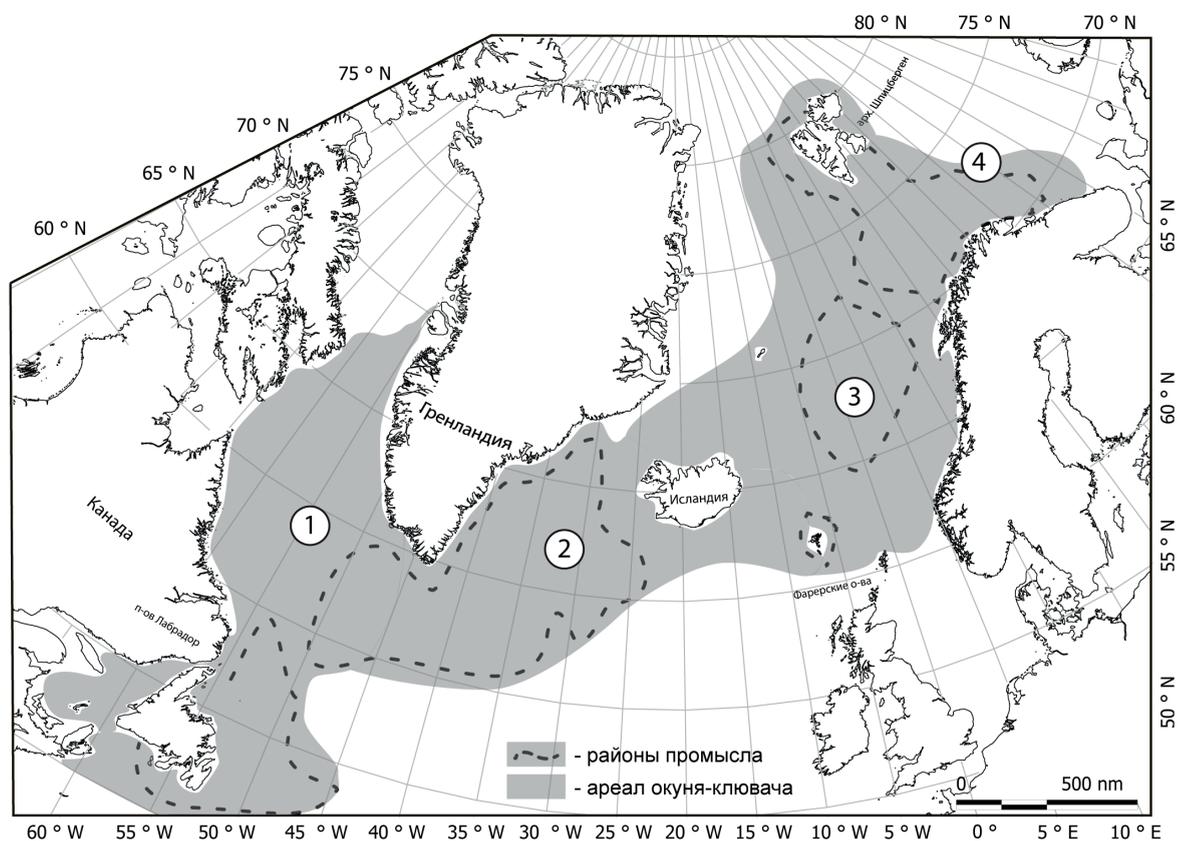
**Ключевые слова:** окунь-клювач *Sebastes mentella*, море Ирмингера, структура запаса, оценка запаса, меры регулирования.

## ВВЕДЕНИЕ

Окунь-клювач (*S. mentella* Travin, 1951) представляет значительный экономический интерес для ряда государств, являясь ценным объектом рыболовства в Северной Атлантике и морях Северного Ледовитого океана. Промысел этого вида ведётся на всем ареале – над океаническими глубинами в пелагиали моря Ирмингера, на островных склонах Исландии и Гренландии, в Баренцевом и Норвежском морях (рис. 1), а также на мелководных банках в северо-западной части Атлантического океана (Павлов, 1992; Мельников, 2006).

Начиная с 1980-х гг. прошлого столетия, наиболее важными районами промысла окуня-клювача являются море Ирмингера и смежная акватория моря Лабрадор (рис. 1). Общий международный вылов в этих районах за период с 1980 по 2021 г. составил около 3 млн т. Российские уловы окуня-клювача в отдельные годы превышали 80 тыс. т и в последнее время (2011–2021 гг.) в среднем составляют 24 тыс. т (ICES, 2021a).

История развития промысла окуня-клювача в море Ирмингера включает в себя несколько этапов: обнаружение советскими судами плотных ско-



**Рис. 1.** Схематическое изображение ареала окуня-клювача (по Литвиненко, 1985; Павлов, 1992; Барсуков, 2003; с уточнениями автора) и промысловых районов в Северной Атлантике и морях Северного Ледовитого океана в 1980–2021 гг. (по данным промысловой базы Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО»): 1 – море Лабрадор; 2 – море Ирмингера; 3 – Норвежское море; 4 – Баренцево море.

плений этого вида над океаническими глубинами в пелагиали моря Ирмингера в 1980-х гг., начало активного пелагического промысла на глубинах менее 500 м, обнаружение промысловых концентраций окуня-клювача на глубинах более 500 м в начале 1990-х гг. и смещение промысла на большие глубины, далее расширение акватории пелагического промысла за счёт смежной акватории моря Лабрадор (Павлов, 1992; Мельников, 2006).

По мере развития промысла неизбежно менялось представление о популяционной структуре окуня-клювача: от существования единого запаса этого вида в пелагиали по всей глубине распределения, до выделения нескольких

локальных запасов на разных глубинах в море Ирмингера и островных склонах Исландии и Гренландии (ICES, 2009; Cadrin et al., 2010).

Международное регулирование пелагического промысла окуня-клювача осуществляется Комиссией по рыболовству в северо-восточной части Атлантического океана (НЕАФК) с 1996 г. путем установления ОДУ и распределения его на национальные квоты. Промысел в море Лабрадор осуществляется на основе соглашения между НЕАФК и Организацией по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (НАФО) о распределении общего ОДУ, который устанавливает НЕАФК.

Основой при определении мер регулирования служат научные рекомендации Международного Совета по исследованию моря (ИКЕС).

На современном этапе промысел окуня-клювача регулируется, исходя из представления о существовании двух запасов этого вида в пелагиали моря Ирмингера и смежных водах – «мелководного» и «глубоководного» и соответствующих им единиц управления, для которых устанавливаются отдельные ОДУ (ICES, 2009).

Последовательное дробление некогда единого ОДУ пелагического окуня-клювача путем выделения новых единиц управления, привело к существенному снижению общего вылова окуня, вплоть до рекомендаций о полном прекращении его промысла до 2024 г. (ICES, 2021b).

Поскольку рыбопромысловые интересы Российской Федерации в открытых районах Северной Атлантики оказались ущемлены, рекомендации о запрете специализированного пелагического промысла окуня-клювача стали причиной для продолжительных дискуссий преимущественно между Россией, как основным пользователем этого ресурса, и прибрежными государствами – Исландией, Гренландией и Фарерскими островами. На сегодняшний день наиболее дискуссионными остаются вопросы в отношении структуры запаса пелагического окуня-клювача (один или несколько), а также вопрос о его современном состоянии (благополучное или депрессивное). В связи с чем, цель настоящей работы заключалась в представлении краткого обзора сведений в отношении структуры и состояния запаса окуня-клювача моря Ирмингера, их анализе и оценке обоснованности применения существующих мер регулирования промысла окуня НЕАФК.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы данные по промышленной статистике отечественных промысловых судов за период 1980–2021 гг., хранящиеся в базе данных Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО». Данные получены через отраслевую систему мониторинга водных биологических ресурсов от ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи».

Анализ результатов отечественных и зарубежных исследований популяционной структуры окуня-клювача выполнен по материалам научных статей, опубликованных в 2009–2021 гг. Использованные в работе сведения о динамике индексов численности и биомассы окуня-клювача, полученные по результатам международных тралово-акустических съёмок (МТАС) в 1999–2021 гг., взяты из отчётов рабочей группы (РГ) ИКЕС по глубоководным пелагическим съёмкам (WGIDEEPS). Результаты аналитической оценки запаса окуня-клювача, выполняемой ИКЕС, а также российскими специалистами, взяты из отчёта семинара по аттестации методов оценки «глубоководного» запаса окуня-клювача (WKDEEPRED), рабочих документов и отчётов Северо-Западной РГ ИКЕС (NWWG). Сведения о рекомендуемых объёмах вылова и установленном ОДУ за период с 2009 по 2021 г., получены из рекомендаций ИКЕС и НЕАФК.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Популяционная структура окуня-клювача моря Ирмингера*

Вопрос о структуре запаса пелагического окуня-клювача моря Ирмингера и смежных акваторий моря Лабрадор является предметом научных дебатов между учёными разных стран на протяжении нескольких десятилетий, поскольку по мере развития промысла

прибрежными государствами неоднократно предпринимались попытки по изменению режима его регулирования (ICES, 2005).

До 2009 г. управление пелагическим промыслом окуня в рамках НЕАФК осуществлялось, исходя из представления о существовании одной практической единицы управления запасом в пелагиали моря Ирмингера. В 2009 г. ИКЕС впервые рекомендовал регулирование промысла на основе представления о двух запасах пелагического окуня-клювача: «мелководного», распределяющегося преимущественно на глубинах менее 500 м (подрайоны ИКЕС Vb, XII, XIV и НАФО 1, 2), и «глубоководного», обитающего на глубинах более 500 м (подрайоны ИКЕС Va, XII, XIV). Также статус отдельного запаса получили придонные скопления окуня-клювача на склонах Исландии (ICES, 2009). Принадлежность окуня-клювача со склонов Гренландии к какому-либо из выделенных запасов до сих пор достоверно не установлена (Saha et al., 2017, 2021), однако, ИКЕС выполняет отдельную оценку для окуня этой акватории, фактически, присвоив ему статус запаса (рис. 2).

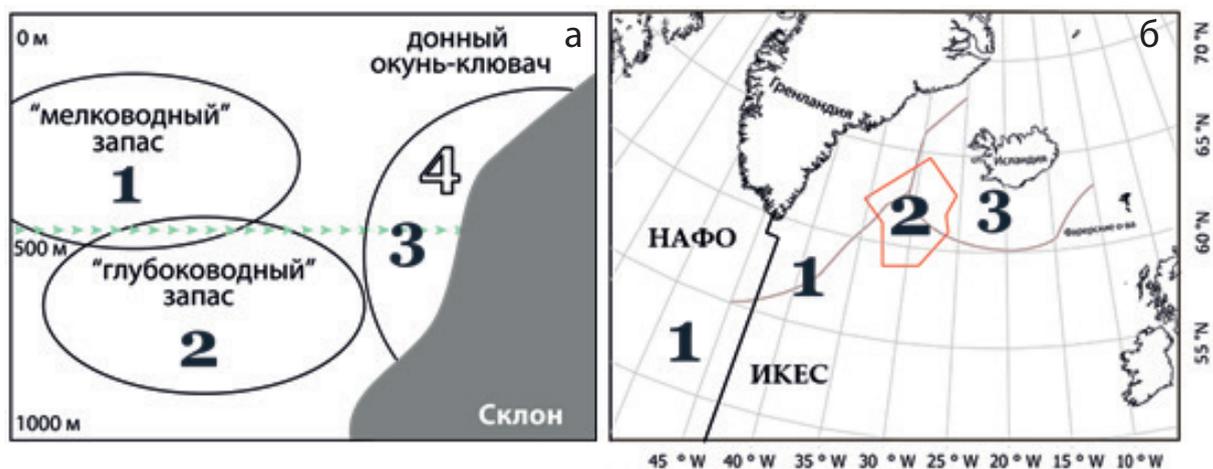
Научным базисом для выделения трёх единиц управления и фактически четырёх запасов окуня-клювача послужили, преимущественно, результаты генетических исследований, а именно – результаты анализа микросателлитных локусов, в ходе которого были выявлены различия между выборками окуня-клювача, собранными на глубинах выше и ниже 500 м, а также обнаружены некоторые особенности в распределении частот аллелей микросателлитных локусов для рыб со склонов Исландии и Гренландии (ICES, 2009; Cadrin et al., 2010).

Новая схема популяционной структуры окуня-клювача была подвергнута обоснованной критике со стороны

российских исследователей, поскольку выводы, сделанные, главным образом, на основе генетических данных, не согласовались с результатами ряда зарубежных и российских исследований по биологии, экологии, жизненному циклу и структуре ареала окуня-клювача в Северной Атлантике (Мельников, 2006, 2013; Бакай, 2021; Saborido-Rey et al., 2004). Более того, при анализе результатов, полученных с помощью микросателлитов, не была учтена возможность влияния процессов гибридизации морских окуней на частоты аллелей микросателлитных локусов (Pampoulie, Danielsdottir, 2008; Artamonova et al., 2013; Rolskii et al., 2020).

В этот период были опубликованы результаты объективной оценки основных положений сторонников нескольких популяций окуня-клювача, показывающие, что имеющиеся на момент принятия решения генетические данные не свидетельствовали однозначно о наличии в море Ирмингера более чем одной популяции окуня-клювача (Makhrov et al., 2011).

Неоднозначность результатов зарубежных генетических исследований стала основной причиной для проведения российскими специалистами собственных работ с использованием молекулярно-генетического анализа. В работе Д.А. Зелениной с соавторами (Zelenina et al., 2011) были изучены те же микросателлитные локусы, которые использовались зарубежными специалистами для выделения «мелководного» и «глубоководного» пелагических запасов окуня-клювача. Однако результаты этой работы не выявили четкой кластеризации выборок окуня-клювача ни по «пространственному», ни по «глубинному принципу», что позволило авторам отвергнуть гипотезу о наличии нескольких запасов окуня-клювача в пелагиали



**Рис. 2.** Принятая в ИКЕС схема популяционной структуры (а) и единицы управления (б) окуня-клевача моря Ирмингера и смежной акватории моря Лабрадор (ICES, 2009): 1, 2, 3 – выделенные запасы окуня-клевача и их единицы управления; 4 – окунь-клевач склонов Гренландии, не имеющий официального статуса отдельного запаса. Многоугольник (красная линия), т.н. «бок» – акватория, ограничивающая промысел пелагического «глубоководного» запаса окуня-клевача.

моря Ирмингера и рассматривать в качестве рабочей концепции о единстве его популяции (Zelenina et al., 2011).

Отсутствие у исследователей согласованных результатов при использовании только микросателлитных локусов стало основанием для включения в анализ других генетических маркеров, применяемых для популяционных исследований. Так, по результатам изучения последовательностей митохондриальной ДНК в выборках окуня-клевача, российскими исследователями было установлено, что скопления окуня в Северной Атлантике и морях Северного Ледовитого океана представлены особями двух разных филогенетических линий – А и В (Artamonova et al., 2013), которые неравномерно распределены по ареалу. В частности, было показано, что в северной части Атлантического океана обитают представители обеих филогенетических линий, в то время как в Норвежском и Баренцевом морях встречаются почти исключительно представители филогенетической линии А (Рольский, 2016). Аналогичные результаты с при-

менением митохондриальных маркеров независимо были получены и зарубежными исследователями (Shum et al., 2014, 2015), которые, однако, в отличие от российских специалистов, придерживаются мнения о том, что именно представители разных филогенетических линий образуют в море Ирмингера самостоятельные «мелководную» и «глубоководную» популяции (Shum et al., 2015). К сожалению, данные, представленные в указанных работах, не дают возможности проверить предположение о том, соответствуют ли выделенные зарубежными исследователями филогенетические линии филогенетическим линиям, описанным российскими учёными и поэтому этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

Обращают на себя внимание появившиеся в последнее время работы зарубежных исследователей, результаты которых в целом подтверждают деление запаса пелагического окуня-клевача на «мелководную» и «глубоководную» составляющие, но вместе с тем содержат сведения, которые вступают в противо-

речие с существующей в ИКЕС схемой популяционной структуры окуня-клювача (Saha et al., 2017, 2021). В работе А. Саха с соавторами (Saha et al., 2017) по результатам анализа все тех же микросателлитных локусов показано, что группировки окуня-клювача на склонах Исландии, которые в настоящее время выделены в отдельный запас (Icelandic slope), на самом деле представляют собой смешанные скопления окуня склонов Исландии и Гренландии (slope group, 29%) и глубоководной группировки (deep group, 71%) из моря Ирмингера (Saha et al., 2017).

Также весьма интересны результаты недавнего исследования вышеупомянутых авторов по изучению однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) в выборках окуня-клювача из районов моря Ирмингера, склонов Гренландии, Фарерских островов и Норвежского моря (Saha et al., 2021). Результаты этой работы указывают на то, что группировки окуня-клювача на склонах Гренландии также представлены смешанными скоплениями окуня-клювача трёх предполагаемых экотипов – «мелководного», «глубоководного» и экотипа «склонов» (Saha et al., 2021). Обнаруженные особенности в распределении выделенных экотипов окуня-клювача также не согласуются с концепцией ИКЕС о существовании на склонах Исландии и Гренландии отдельных запасов этого вида (ICES, 2009).

Таким образом, в последнее время накапливается все больше данных, которые вступают в противоречие с существующей в ИКЕС схемой популяционной структуры окуня-клювача, а также позволяют говорить о преждевременности закрытия вопроса о структуре запаса этого вида.

Если в дальнейшем эти результаты подтвердятся, то не исключено, что

в будущем будет необходим пересмотр сложившейся практики управления запасами окуня-клювача и подходов к их оценке.

#### *Состояние запаса окуня-клювача моря Ирмингера*

Оценка современного состояния запаса окуня-клювача осуществляется на основе анализа динамики индексов численности и биомассы, полученных в ходе инструментальной оценки (тралово-акустические съёмки), а также с применением методов математического моделирования – аналитической оценки. В соответствии с принятой в ИКЕС схемой популяционной структуры, оценка выполняется для двух запасов пелагического окуня-клювача и отдельных запасов на склонах Исландии и Гренландии.

#### *Инструментальная оценка*

Инструментальная оценка пелагического окуня-клювача осуществляется в ходе тралово-акустических съёмок в море Ирмингера и смежной акватории моря Лабрадор с начала 1980-х гг. прошлого столетия и до середины 1990-х гг. выполнялась исключительно советскими судами (Павлов, 1992; Мельников, 2006).

На современном этапе комплексные исследования проводятся на обширной акватории (около 400 тыс. кв. миль), требуют больших финансовых затрат и участия нескольких судов. По этой причине, начиная с 1996 г., тралово-акустическая съёмка имеет статус международной и выполняется силами нескольких стран под эгидой ИКЕС (ICES, 2015a).

Традиционно в съёмке пелагического окуня-клювача моря Ирмингера участвовали суда России, Исландии, Норвегии и Германии. Работы проводились с периодичностью один раз в два года. Однако в последнее время отмечается

сокращение объёмов исследований в этом районе, а сами работы проводятся реже – один раз в три года (ICES, 2015a).

Результаты МТАС двух последних десятилетий позволяют проследить динамику запаса окуня-клевача (рис. 3).

только глубоководная (более 500 м) составляющая пелагического запаса окуня-клевача, биомасса которой составила 0,2 млн т. Результаты оценки окуня, распределяющегося в верхнем 500 м слое, признаны недостоверными из-за

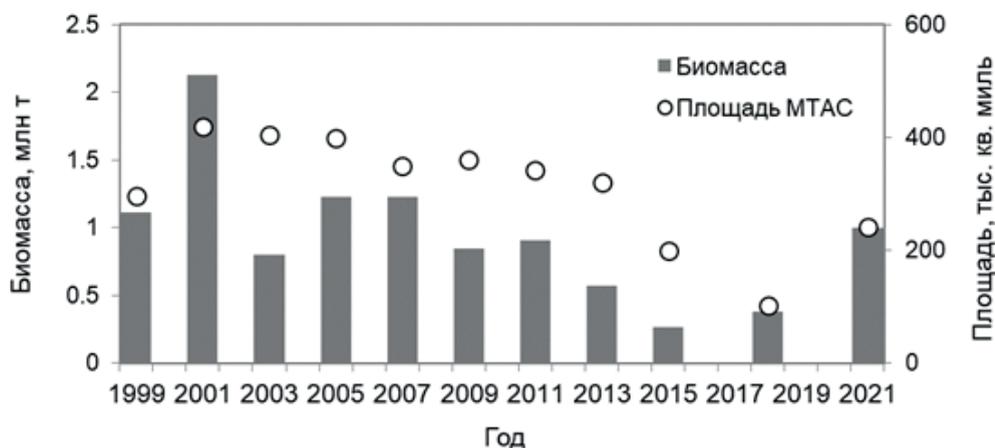


Рис. 3. Общая биомасса окуня-клевача в пелагиали моря Ирмингера и смежной акватории моря Лабрадор и площадь акватории исследований по результатам МТАС в 1999–2021 гг.

На рисунке хорошо видно, что максимальные значения биомассы окуня (более 2 млн т) были получены в ходе МТАС 2001 г., когда исследования были выполнены на акватории более 400 тыс. кв. миль (ICES, 2002). Заметно более скромные показатели (0,8 млн т) на сравнимой акватории были получены по результатам МТАС в 2003 г. Однако эти исследования были выполнены на один месяц ранее традиционных сроков проведения МТАС и по этой причине, полученные в ходе съёмки индексы численности и биомассы окуня-клевача были признаны недостоверными (ICES, 2003).

Результаты съёмок в 2005–2013 гг. демонстрировали постепенное снижение биомассы окуня-клевача с 1,2 до 0,7 млн т (рис. 3), которое совпало с сокращением акватории исследований. Уменьшение площади съёмки с 400 до 200 тыс. кв. миль стало причиной того, что в ходе МТАС 2015 г. была оценена

неполного покрытия районов его распределения и не включены в общую оценку (ICES, 2015b).

Хорошее пополнение промысловой части запаса среднеразмерными (33–37 см) особями окуня-клевача, отмеченное по результатам МТАС в 2018–2021 гг., а также постепенное расширение акватории исследований, привели к увеличению общей биомассы запаса в 2021 г. до 1 млн т (рис. 3), что значительно выше показателей предшествующих лет (ICES, 2022).

Таким образом, результаты инструментальной оценки за период исследований демонстрировали тенденцию к снижению численности и биомассы запаса пелагического окуня-клевача в 2005–2013 гг., причина которой, вероятнее всего, связана с недооценкой его запаса вследствие уменьшения акватории исследований, а также промысловой нагрузкой. Наблюдаемый с 2018 г. рост

численности и биомассы окуня обусловлен вступлением в промысловую часть запаса урожайных поколений окуня-клювача (ICES, 2018, 2022).

#### *Аналитическая оценка*

Оценка современного состояния «мелководного» запаса окуня-клювача в ИКЕС только «инструментальная» и основана на анализе изменения индексов МТАС. Подходы с применением аналитических методов для этого запаса в ИКЕС не разработаны по причине недостаточности промыслово-биологических данных, главным образом информации о возрастном составе уловов. В связи с чем, биологические ориентиры для этого запаса не определены, а уровень эксплуатации не известен (ICES, 2021a).

Для «глубоководного» запаса в ИКЕС выполняется аналитическая оценка с использованием модели GADGET (Globally Applicable Area-Disaggregated General Ecosystem Toolbox), а данные МТАС используются для настройки модели. Согласно расчётам ИКЕС, биомасса «глубоководного» запаса находится ниже граничного биологического ориентира  $V_{lim}$  и в ближайшие годы сохранится на этом уровне даже при отсутствии промысла (рис. 4). В то же время, ИКЕС не исключает наличия в расчётах некоторой неопределенности, связанной с относительно коротким для этого долгоживущего вида рядом наблюдений по данным МТАС (с 1999 г.) и неудовлетворительной настройкой модели для рыб старших возрастных групп (ICES, 2016). В расчётах также не было учтено, что исследуемая в ходе МТАС акватория в разные годы существенно менялась. Так, в 2005–2015 гг. площадь съёмки уменьшилась с 400 до 200 тыс. кв. миль (рис. 3). Поэтому высока вероятность того, что используемые для настройки модели

индексы, рассчитанные по фактически охваченной съёмкой площади, в большей мере отражают изменение площади съёмки, чем динамику запаса (ICES, 2019).

Наличие указанных недостатков, а также расчёты, выполненные только для «глубоководного» запаса, не позволили российским специалистам принять расчёты ИКЕС в качестве базовых для оценки современного состояния запаса окуня-клювача.

С 2017 г. российскими специалистами выполняется и ежегодно представляется в ИКЕС собственная аналитическая оценка запаса окуня-клювача без разделения на мелководную и глубоководную составляющие, с использованием вероятностной модели STATCAM (Statistical Catch at Age Model), которая также применяется в ИКЕС для оценки запасов рыб (ICES, 2019). В целях снижения влияния на оценку запаса межгодовых изменений акватории съёмки, при настройке модели используются стандартизированные по площади индексы. Для единого запаса окуня-клювача рассчитаны биологические ориентиры управления:  $V_{lim} = 673\ 854$  т,  $V_{pa} = 1\ 010\ 781$  т,  $F_{lim} = 0,136$ ,  $F_{pa} = 0,091$ . Определённый методом  $E_{qsim}$  ориентир  $MSY V_{trigger}$  составил 887 487 т. Поскольку значение этого ориентира меньше  $V_{pa}$ , в соответствии с методикой (ICES, 2014), в целях управления должны быть использованы ориентиры  $MSY V_{trigger} = V_{pa} = 1\ 010\ 781$  т и  $F_{MSY} = F_{pa} = 0,091$ .

В отличие от данных ИКЕС, результаты российской аналитической оценки свидетельствуют о том, что нерестовая биомасса запаса окуня-клювача в настоящее время находится выше биологических ориентиров  $V_{lim}$  и  $MSY V_{trigger}$  (рис. 5). При этом расчёты показывают, что нерестовый запас с 2014 г. увеличивается, а промысловая смертность в 2014–

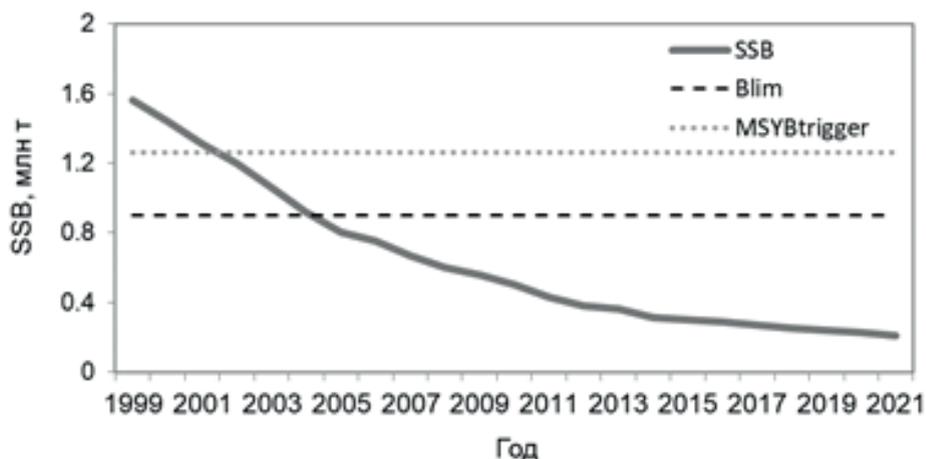


Рис. 4. Нерестовая биомасса (SSB) и биологические ориентиры управления для «глубоководного» запаса окуня-клювача в 1999–2021 гг. по результатам оценки ИКЕС с использованием модели GADGET (ICES, 2021a).

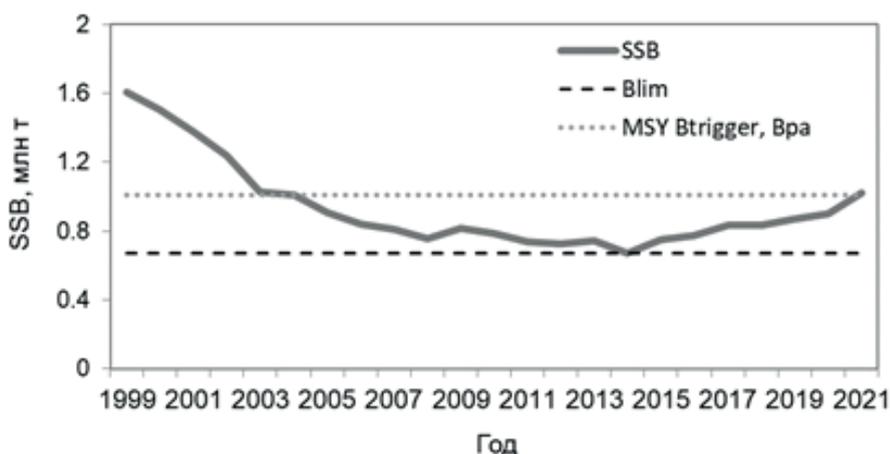


Рис. 5. Нерестовая биомасса (SSB) и биологические ориентиры управления для единого запаса окуня-клювача в 1999–2021 гг. по результатам оценки российских специалистов с использованием модели STATSAM.

2021 г. была ниже как уровня  $F_{lim}$ , так и уровней  $F_{msy}$  и  $F_{pa}$ . Результаты краткосрочного прогнозирования, выполненные специалистами Полярного филиала в 2021 г., указывают на то, что при эксплуатации запаса окуня-клювача в 2023 г. выше уровня  $F_{MSY}=F_{pa}$  (0,091), его вылов может составить около 80 тыс. т., однако, при этом будет наблюдаться снижение запаса. Поскольку нерестовая часть запаса окуня-клювача в настоящее время оценивается на уровне незначи-

тельно превышающем  $MSY$   $V_{trigger}=V_{pa}$  (рис. 5), то в случае уменьшения пополнения, велика вероятность снижения запаса ниже этого граничного ориентира (Рольский, Хливной, 2021).

Таким образом, по мнению ИКЕС состояние обоих пелагических запасов неудовлетворительное, при этом аналитические расчёты для «мелководного» запаса не проводятся, а в оценке «глубоководного» запаса высока вероятность влияния нестандартизованных

индексов МТАС, которые в большей степени отражают изменение площади съёмки, чем динамику запаса. Вместе с тем, оценка, выполненная российскими специалистами для единого запаса окуня-клювача, в которой минимизировано влияние межгодовых изменений акватории съёмки, позволяет оценить современное состояние запаса окуня-клювача как благополучное. Результаты расчётов дают основание обсуждать отличные от существующих меры регулирования промысла.

*Международное регулирование пелагического промысла окуня-клювача*

После введения нового режима управления промыслом окуня-клювача в 2009 г. ИКЕС, сославшись на отсутствие аналитической оценки, биологических ориентиров и плана управления для «мелководного» запаса, рекомендовал запрет на его специализированный промысел, начиная с 2010 г. Объёмы вылова для «глубоководного» запаса в этот период были определены на уровне не более 20 тыс. т (табл. 1). Впоследствии ИКЕС, руководствуясь результатами аналитических расчётов, рекомендовал запрет на специализированный промысел и для «глубоководного» запаса окуня-клювача. Текущие научные рекомендации ИКЕС предусматривают мораторий на специализированный промысел для обоих запасов окуня-клювача, действие которого распространяется до проведения очередной МТАС в 2024 г. (табл. 1).

В 2011–2019 гг. рекомендация НЕАФК также предусматривала мораторий для «мелководного» запаса окуня-клювача и постепенное снижение ОДУ для «глубоководного» запаса с 32 до 6 тыс. т. (табл. 1). В этот период Россия, выразив свое несогласие с научными рекомендациями ИКЕС в отношении структуры и

состояния запаса пелагического окуня-клювача, не поддерживала рекомендацию Комиссии и устанавливала национальную квоту для единого запаса окуня-клювача в одностороннем порядке (табл. 1).

В 2021 г. на ежегодной сессии НЕАФК с учётом рекомендаций ИКЕС была принята рекомендация о запрете промысла для «мелководного» и «глубоководного» запасов окуня-клювача на период с 2022 по 2024 г. С учётом своей позиции, Россия и в этот раз не поддержала рекомендацию Комиссии и установила национальную квоту на 2022 г. на уровне последних пяти лет (24,9 тыс. т) в одностороннем порядке.

Как было отмечено выше, ИКЕС считает, что состояние обоих пелагических запасов окуня-клювача неудовлетворительное, поэтому мораторий на промысел для них действует до 2024 г. Эту позицию не изменили ни результаты инструментальной оценки 2018–2021 гг., демонстрирующие рост запаса, ни расчёты российских специалистов, ежегодно представляемые в ИКЕС.

На сегодняшний день рекомендация НЕАФК также предусматривает запрет специализированного промысла окуня-клювача до 2024 г., с возможностью её пересмотра в случае, если ИКЕС предоставит для этого основания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее время накапливается все больше данных, которые вступают в противоречие с существующей в ИКЕС схемой популяционной структуры окуня-клювача. Это касается, прежде всего, вопроса о наличии в исключительных экономических зонах прибрежных государств Исландии и Гренландии собственных отдельных запасов этого вида. Если в дальнейшем эти данные подтвердятся, то не исключено, что в будущем

**Таблица 1.** Рекомендованные объёмы вылова «глубоководного» запаса окуня-клевача ИКЕС и НЕАФК в 2011–2024 гг. (ICES, 2021b), односторонняя квота России для единого запаса окуня-клевача и вылов в 2011–2021 гг. Прочерк – рекомендации нет, т

Год	Рекомендация ИКЕС	ОДУ НЕАФК	Квота России	Вылов России
2011	20 000	38 000	29 480	22 364
2012	20 000	32 000	29 480	21 523
2013	20 000	26 000	27 300	27 873
2014	20 000	20 000	27 300	21 437
2015	<10 000	9 500	27 300	25 661
2016	<10 000	8 500	27 300	23 334
2017	0	7500	24 900	24 365
2018	0	6 500	24 900	24 712
2019	-	6 000	24 900	24 850
2020	0	-	24 900	23 161
2021	0	0	24 900	21 924
2022	0	0	24 900	
2023	0	0		
2024	0	0		

будет необходим пересмотр сложившейся практики управления запасами окуня-клевача и подходов к их оценке. Поэтому говорить о том, что вопрос, касающийся популяционной структуры окуня-клевача моря Ирмингера закрыт, было бы преждевременно.

Позиция ИКЕС о неудовлетворительном состоянии «мелководного» и «глубоководного» пелагических запасов окуня-клевача не подтверждается результатами международных тралово-акустических съёмок последних лет, согласно которым с 2018 г. года отмечается рост численности и биомассы окуня-клевача вследствие вступления в промысел хорошего пополнения. Результаты аналитической оценки, выполненной российскими специалистами для единого запаса окуня-клевача без разделения на мелководную и глубоководную составляющие, в которой минимизировано влияние межгодовых изменений

акватории съёмки, позволяют оценить современное состояние единого запаса окуня-клевача как благополучное. С учётом этих данных рекомендации ИКЕС и НЕАФК по полному запрету специализированного промысла окуня-клевача на период до 2024 г. представляются недостаточно обоснованными и требуют пересмотра. Для этого необходимо возобновить практику проведения российскими специалистами молекулярно-генетических исследований популяционной структуры окуня-клевача, а также продолжить выполнение собственной аналитической оценки запаса с представлением результатов в ИКЕС и НЕАФК.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бакай Ю.И. Сообщества паразитов как индикаторы экологии, внутривидовой и надвидовой структуры морских окуней рода *Sebastes* (Scorpaeniformes: Sebastidae) Атлан-

- тического и Северного Ледовитого океанов: Автореф. дис. ... доктора. биол. наук. М.: ВНИРО, 2021. 48 с.
- Барсуков В.В. Аннотированный и иллюстрированный каталог морских окуней Мирового океана// (Barsukov V.V. 2003. Annotated and illustrated check-list of rockfishes of the world. St.Petersburg: Zoological Institute Russian Academy of Sciences (Proceedings of Zoological Institute. v. 295). 320 p.). 2003. 320 с.
- Литвиненко Н.И. Морские окуни (род *Sebastes*) Северной Атлантики – их морфология, экология, распространение, расселение и эволюция: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: 1985. 22 с.
- Мельников С.П. Океанический окунь-клювач Северной Атлантики: биология и промысел: монография. Мурманск: ПИНРО, 2006. 127 с.
- Мельников С.П. Окунь-клювач *Sebastes mentella* Атлантического и Северного Ледовитого океанов (популяционная структура, биология, промысел): Автореф. дис. ... док. биол. наук. М.: ВНИРО, 2013. 48 с.
- Павлов А.И. Биология, состояние запаса и промысел окуня-клювача (*Sebastes mentella* Travin) в море Ирмингера: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 1992. 23 с.
- Рольский А.Ю. Особенности дифференциации морских окуней рода *Sebastes* Атлантического и Северного Ледовитого океанов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИПЭЭ РАН, 2016. 26 с.
- Рольский А.Ю., Хливной В.Н. Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева, Белого морей и Карского морей и Северной Атлантики в 2021 г. // Полярный фил. ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2021. Гл. 6.2. С. 93–95.
- Artamonova V.S., Makhrov A.A., Karabanov D.P. et al., Hybridization of beaked redfish (*Sebastes mentella*) with small redfish (*Sebastes viviparus*) and diversification of redfish (Actinopterygii: Scorpaeniformes) in the Irminger Sea // J. Nat. History. 2013. V. 47. P. 1791–1801.
- Cadrin S.X., Bernreuther M., Danielsdottir A.K. et al., Population structure of beaked redfish, *Sebastes mentella*: evidence of divergence associated with different habitats// ICES J. Marine Science. 2010. V. 67. P. 1617–1630.
- ICES. Report of the Planning Group on Redfish stocks// ICES CM 2002/D:08. 2002. 48 p.
- ICES. Report of the planning group on redfish stocks // ICES CM 2002/D:08. 2003. 45 p.
- ICES. Report of the Study Group on Stock Identity and Management Units of Redfishes (SGSIMUR)// ICES Document CM 2005/ACFM. 2005. 85 p.
- ICES. Report of the Workshop on Redfish Stock Structure (WKREDS), 22-23 January 2009 // ICES Headquarters, Copenhagen. Diane. 2009. 71 p.
- ICES. Report of the Workshop to consider reference points for all stocks (WKMSYREF2), 8-10 January 2014, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark // ICES CM 2014/ACOM:47. 2014. 91 p.
- ICES. Manual for the International Deep Pelagic Ecosystem Survey in the Irminger Sea and Adjacent Waters. Series of ICES Survey Protocols SISP 11- IDEEPS VI // 2015a. 49 p.
- ICES. Third Interim Report of the Working Group on International Deep Pelagic Ecosystem Surveys (WGIDEEPS), 4–6 August 2015, Marine Research Institute, Reykjavík (Iceland). ICES CM 2015/SSGIEOM:03 // 2015b. 49 p.
- ICES. Report of the Workshop on Assessment and Catch Advice for Deep Pelagic Redfish in the Irminger Sea (WKDEEPRED), 23-25 August 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark // ICES CM 2016/ACOM:52. 2016. 56 p.
- ICES. Report of the Working Group on International Deep Pelagic Ecosystem Surveys (WGIDEEPS). 6-8 August 2018. Bremerhaven, Germany // ICES CM 2018/EOSG:40. 2018. 50 p.
- ICES. North Western Working Group (NWWG) // ICES Scientific Reports. 2019. V. 1. № 14. 830 p.

ICES. Northwestern Working Group(NWWG) // ICES Scientific Reports. 2021a. V. 3. № 52. 766 p.

ICES. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort Iceland Sea and Greenland Sea ecoregions reb.2127.dp// 2021b. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.7838>

ICES. Working group on international deep pelagic ecosystem surveys (WGIDEEPS 2nd Report; outputs from 2021 meeting) // ICES Scientific Reports. 2022. T. 3. № 104. 57 p.

Makhrov A.A., Artamonova V.S., Popov V.I. et al., Comment on: Cadrin et al. (2010) «Population structure of beaked redfish, *Sebastes mentella*: evidence of divergence associated with different habitats. ICES Journal of Marine Science, 67: 1617-1630» // ICES J. Marine Science: Journal du Conseil. 2011. V. 68. P. 2013–2015.

Pampoulie C., Danielsdottir A.K. Resolving species identification problems in the genus *Sebastes* using nuclear genetic markers // Fisheries Research. 2008. V. 93. P. 54–63.

Rolskii A.Y., Artamonova V.S., Makhrov A.A. Hybridization of the redfish species *Sebastes norvegicus* and *Sebastes mentella* occurs in the Irminger Sea but not in the White Sea // Polar Biology. 2020. V. 43. P. 1667–1668.

Saborido-Rey F., Garabana D., Stransky C. et al., Review of the population structure and ecology of *S. mentella* in the Irminger sea and adjacent waters // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2004. V. 14. P. 455–479.

Saha A., Johansen T., Hedeholm R. et al., Geographic extent of introgression in *Sebastes mentella* and its effect on genetic population structure // Evol Appl. 2017. V. 10. P. 77–90.

Saha A., Kent M., Hauser L. et al., Hierarchical genetic structure in an evolving species complex: Insights from genome wide ddRAD data in *Sebastes mentella* // PLoS One. 2021. V. 16. C. e0251976.

Shum P., Pampoulie C., Kristinsson K. et al., Three-dimensional post-glacial expansion and diversification of an exploited oceanic fish // Molecular Ecology. 2015. V. 24. P. 3652–3667.

Shum P., Pampoulie C., Sacchi C. et al., Divergence by depth in an oceanic fish // Peer J. 2014. V. 2. P. 525–534.

Zelenina D.A., Shepetov D.M., Volkov A.A. et al., Population Structure of Beaked Redfish (*Sebastes mentella* Travin, 1951) in the Irminger Sea and Adjacent Waters Inferred from Microsatellite Data // Russian J. Genetics. 2011. V. 47. P. 1333–1344.

**BEAKED REDFISH *SEBASTES MENTELLA* OF THE IRMINGER SEA – CURRENT VIEW ON THE STOCK STRUCTURE, ITS STATUS AND MANAGEMENT MEASURES**

© 2022 г. А.У. Rolskii

*The Polar Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, 183038*

The paper aims at giving a brief review of the population structure, abundance and biomass dynamics of beaked redfish of the Irminger Sea obtained during the trawl acoustic surveys and analytical assessment. The adequacy of the current fisheries management measures for redfish in NEAFC is assessed. It was shown, that recent findings of the foreign genetic research apparently contradict to the relevant population structure for beaked redfish of the Irminger Sea applied in ICES, which specifies four stocks of the species. The ICES' position of the depressed shallow pelagic and deep pelagic redfish stocks lacks substantial evidence from the results of the surveys in 2018–2021 and analytical assessment carried out by the Russian experts for the single redfish stock. The results allow assessing the current state of the stock as 'good'. Thus, ICES/NEAFC recommendations that there shall be no directed fisheries neither for the shallow pelagic redfish stock nor the deep pelagic redfish stock in the Irminger Sea and adjacent waters until 2024 are insufficiently substantiated and need to be revised.

*Key words:* beaked redfish *Sebastes mentella*, the Irminger Sea, stock structure, stock assessment, management measures.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОЛОВСТВА В ОТКРЫТЫХ И КОНВЕНЦИОННЫХ РАЙОНАХ МИРОВОГО ОКЕАНА В 2020 Г. ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ПРОМЫСЛА В ЭТИХ РАЙОНАХ

© 2022 г. М.М. Дубищук

*Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО), г. Калининград, 236022  
E-mail: anklavonpr@gmail.com*

Поступила в редакцию 18.03.2022 г.

Одной из стратегических целей российской рыбной отрасли в современных условиях является расширение деятельности рыбопромыслового флота в районах открытого океана. В работе на основе современных данных спутникового мониторинга рыболовных судов в Мировом океане за 2020 г. приводится характеристика состояния океанического рыболовства. Выявлены и описаны наиболее активные зоны рыболовства в открытой части Мирового океана за пределами исключительных экономических зон прибрежных государств, которые могут представлять интерес для развития отечественного океанического рыболовства. Наиболее активный промысел проходит в открытых районах Мирового океана, которые не охвачены регулированием региональных рыбохозяйственных организаций, также особенно активным является промысел видов, которые этими организациями не регулируется. В первую очередь к таким промысловым видам относятся кальмары. Перспективными промысловыми видами в открытых районах также являются тунцы и другие пелагические хищники. Основной добывающей силой в открытых частях океана являются суда ярусного лова, суда джиггерного лова и кошельковые сейнеры. Представленная информация будет востребована при организации добычи биоресурсов в районах за пределами национальной юрисдикции, а также подготовки поисковых научно-исследовательских экспедиций в перспективные районы промысла.

*Ключевые слова:* водные биологические ресурсы, промысел, Атлантический океан, Тихий океан, Индийский океан, ярусный промысел, джиггерный промысел, тунцы, кальмары.

### ВВЕДЕНИЕ

Расширению национального океанического рыболовства в Российской Федерации в настоящее время уделяется много внимания, что уже неоднократно было отмечено во многих работах последних лет (Саускан и др., 2020; Гербер, Маслянкин, 2021). При этом расширение деятельности рыбопромыслового флота в районах открытого океана, конвенционных зон и исключительных экономических зон (ИЭЗ) других стран является

одной из стратегических целей российской рыбной отрасли (Згуровский, Беляев, 2020). Результатом этого должно быть расширение географии промысла отечественных рыбодобывающих судов в Мировом океане и, как следствие, увеличение объёмов добычи водных биологических ресурсов.

Цель настоящей работы – на основании современных данных спутникового мониторинга рыболовных судов в Мировом океане за 2020 г. дать харак-

теристику текущего состояния рыбного промысла, выявить и описать наиболее активные зоны рыболовства в открытой части Мирового океана за пределами ИЭЗ прибрежных государств, которые могут представлять интерес для развития отечественного океанического рыболовства. Представленная информация будет полезна для целей освоения и организации добычи биоресурсов в новых районах промысла за пределами национальной юрисдикции, а также подготовки поисковых научно-исследовательских экспедиций в перспективные районы промысла.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа выполнена на основе данных спутникового мониторинга промысловых судов проекта Globalfishingwatch ([globalfishingwatch.org](http://globalfishingwatch.org)) за 2020 г. Особенности получения, структуры и работы с этими данными уже были подробно описаны в других работах (Kroodsma et al., 2018; Маслянкин и др., 2020).

Данные за 2020 г. содержат 366 файлов распределения ежедневного промыслового усилия, сгруппированные по идентификатору морской подвижной службы судна (MMSI) в узлах  $0,1^\circ$  сетки. Выделение промысловых операций выполнялось авторами проекта Globalfishingwatch с помощью нейронных сетей (Kroodsma et al., 2018). В отдельной базе данных содержится подробная информация по каждому промысловому судну с привязкой к идентификатору MMSI – тип судна, флаг судна, мощность главного двигателя, длина и тоннаж судна. В связи с тем, что один или несколько указанных параметров могли не указываться конкретным судном в передаче автоматической идентификационной системы судна (АИС), эти данные по возможности были получены авторами проекта Globalfishingwatch из

судовых регистров. В случае невозможности определения этих параметров они могут быть отмечены как отсутствующие.

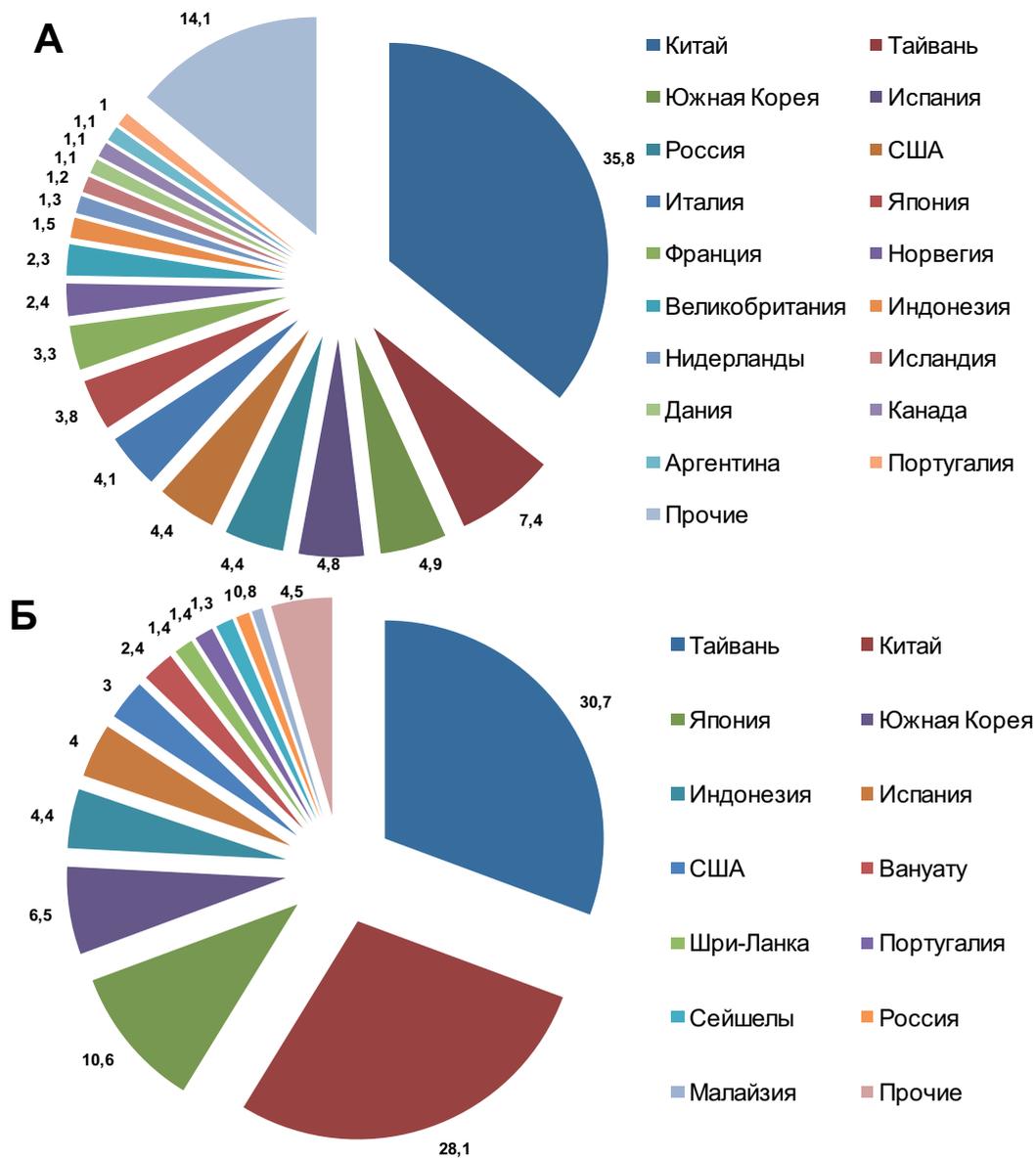
На основе комплексного анализа информации непосредственно из сообщений АИС и данных из судовых регистров все рыболовные суда, находившиеся на промысле в 2020 г. в базе данных разделены на 14 основных типов: траулеры (trawlers), кошельковые сейнеры (purse seines), тунцеловные кошельковые сейнеры (tuna purse seines), сейнеры (seiners), ставные ярусоловы (set longlines), дрейфующие (пелагические) ярусоловы (drifting longlines), суда джиггерного лова (squid jigger), троллеры (trollers), драги (dredges), сети (set gillnets), фиксированные сети (fixed gear), суда ловушечного лова (pots and traps), крючковый лов (pole and line), прочие рыболовные суда (other fishing).

Обработка и анализ данных выполнен в среде системы управления базами данных MySQL Server 8.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным спутникового мониторинга в 2020 г. добычу водных биоресурсов в Мировом океане вели 63081 промысловых судов под флагами 132-х стран с суммарным промысловым усилием 50275 тыс. ч. лова. В десятку крупнейших стран по промысловому усилию входят: Китай (35,8%), Тайвань (7,4%), Южная Корея (4,9%), Испания (4,8%), Россия (4,43%), США (4,40%), Италия (4,1%), Япония (3,8%), Франция (3,3%) и Норвегия (2,4%) (рис. 1).

При этом основной промысел приходится на ИЭЗ прибрежных государств, где сосредоточено 82,8% мирового промыслового усилия, экспедиционный промысел в открытом океане составляет всего 17,2% от общего промыслового усилия.



**Рис. 1.** Распределение общего промыслового усилия (А) и за пределами ИЭЗ прибрежных государств (Б) по странам в 2020 г.

Добычу водных биоресурсов за пределами ИЭЗ прибрежных государств в 2020 г. вели 5425 промысловых судов под флагами 93-х стран с суммарным промысловым усилием 8637 тыс. ч. лова. К странам, ведущим наиболее активный экспедиционный промысел, относятся: Тайвань (30,7%), Китай (28,1%), Япония (10,6%), Южная Корея (6,5%) и Индонезия (4,4%). Доля промыслового усилия России в экспе-

диционном промысле составляет 1%, в рейтинге стран по этому показателю она находится на 12 месте.

В современном рыболовстве используется огромное многообразие орудий рыболовства, поэтому для анализа промысла важно классифицировать суда по орудиям и способам лова. Для целей анализа все суда по типу орудия лова были сгруппированы в соответствии с классификацией FAO (He et

al., 2021) в следующие категории (код ISSCFG): 1 – кошельковые невода (purse seines, tuna purse seines), 2 – закидные невода (seines), 3 – тралы (trawlers), 4 – драги (dredges), 7 – сети (set gillnets, fixed gear), 8 – ловушки (pots and traps), 9 – крючковые снасти (pole and line, set longlines, drifting longlines, trollers, squid jigger), 99 – прочие (other fishing). В связи с особенностями базы данных к прочим орудиям лова относятся все суда, которые не удалось достоверно идентифицировать.

Промысел в ИЭЗ прибрежных государств ведётся всеми типами орудий лова, при этом больше половины всего промыслового усилия (56,4%) приходится на траулеры (рис. 2). На остальные виды лова приходится незначительная доля промыслового усилия: ставные яруса и ставные сети – 7,4%, дрейфующие яруса – 6,4%, фиксированные сети – 3,2%, кошельковые невода – 2,7%. Можно отметить, что только в ИЭЗ ве-

дётся промысел закидными неводами, драгами, ставными и фиксированными сетями и ловушками, за пределами ИЭЗ эти орудия лова практически не отмечались.

За пределами ИЭЗ прибрежных государств подавляющая доля промыслового усилия приходится на дрейфующие яруса (77,2%), на втором месте находится джиггерный промысел (11,8%). Траловый лов за пределами ИЭЗ ведётся в незначительных объёмах, на него приходится только 3,6% промыслового усилия, на тунцеловные сейнеры приходится 1,6% промыслового усилия.

Самым распространённым видом промысла в открытых водах всех океанов является крючковый лов на яруса и джиггеры, поскольку он наиболее эффективен на разрежённых скоплениях промысловых ресурсов, что, как правило, характерно для зоны открытого океана (Кокорин, 1994; Греков, Павленко, 2011).

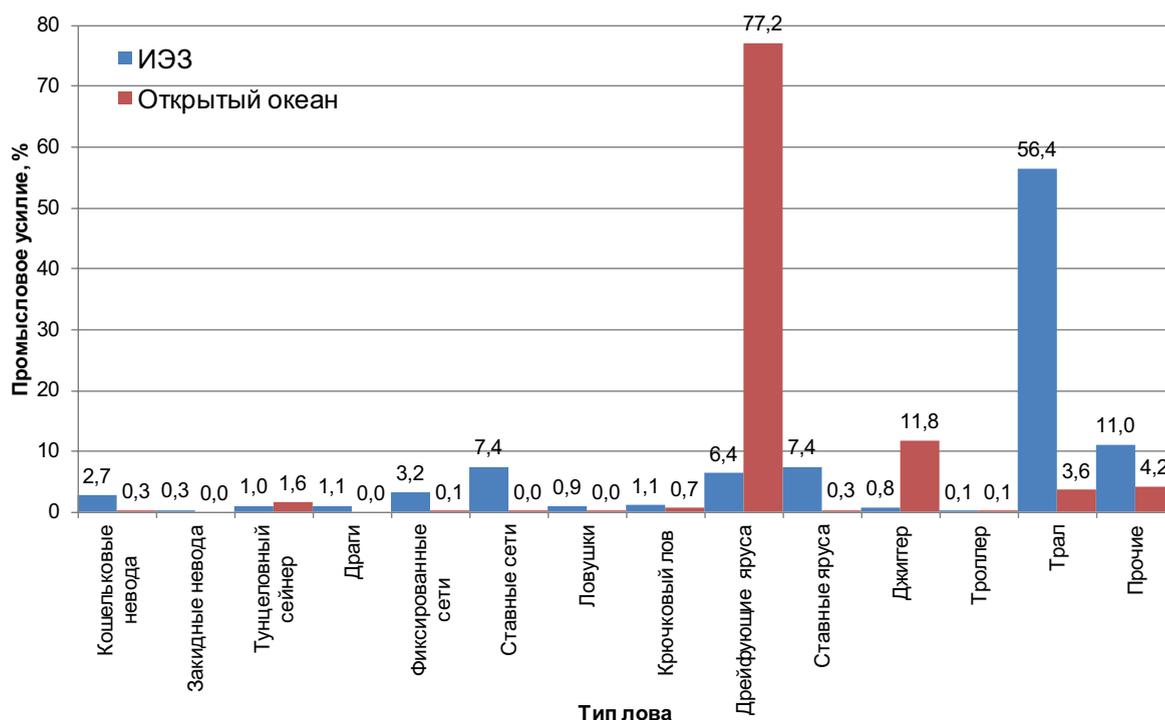


Рис. 2. Распределение промыслового усилия по типу орудий лова в 2020 г.

Сравнение распределения общего промыслового усилия между бассейнами трёх основных океанов показало, что более половины всего мирового промыслового усилия приходится на бассейн Тихого океана (61%), промысловое усилие, приходящееся на бассейн Атлантического океана, практически в два раза меньше (30%). Интенсивность промыслового усилия в бассейне Индийского океана минимальна, при этом промысловое усилие, приходящееся на открытую часть океана выше, чем в Атлантическом океане.

Информация по количеству судов на промысле в 2020 г. приводится в таблице 1, здесь необходимо отметить, что в течение года одно и то же судно могло вести промысел как в ИЭЗ, так и за её пределами.

Можно отметить, что определённой специализации у судов не наблюдается, т.е. в базе данных отсутствуют суда, ко-

торые вели промысел исключительно за пределами ИЭЗ. Все суда, отмеченные на промысле за пределами ИЭЗ, также в определённый период времени вели промысел и в её пределах.

В соответствии с «Инструкцией по классификации судов флота рыбного хозяйства» (Инструкция ..., 1995) все суда в базе данных были классифицированы по длине на следующие категории: 1) суперсуда – длина между перпендикулярами которых равна или больше 100 м, 2) большие суда – длиной 65 м и более (до 100 м), 3) средние суда – длиной от 34 до 65 м, 4) малые суда – длиной от 24 до 34 м и 5) маломерные суда – длиной менее 24 м. Данные по длине судов, находившихся на промысле в 2020 г. приводятся в таблице 2. Основная доля промыслового усилия в ИЭЗ прибрежных государств приходится на средние и большие суда, за пределами ИЭЗ на средние и малые суда.

**Таблица 1.** Количество судов по типу лова на промысле в 2020 г.

Тип судна (орудия лова)	ИЭЗ	Открытый океан
Кошельковые невода	2834	102
Закидные невода	165	
Тунцеловный сейнер	781	446
Драги	1006	
Фиксированные сети	2900	46
Ставные сети	6547	40
Ловушки	745	40
Крючковый лов	1226	119
Дрейфующие яруса	3303	2653
Ставные яруса	5411	171
Джиггер	828	782
Троллер	181	16
Трал	26260	642
Прочие	10894	368
Всего	63081	5425

Таблица 2. Данные по длине судов, находившихся на промысле в 2020 г.

Размерный класс	ИЭЗ		Открытый океан	
	Кол-во	Промысловое усилие, ч. лова	Кол-во	Промысловое усилие, ч. лова
Маломерные суда	931	1074881	1045	1291670
Малые суда	5582	6106059	1043	1919088
Средние суда	15733	10465926	2444	4909863
Большие суда	40476	23497035	781	464510
Суперсуда	148	443691	97	43362
Нет данных	211	47301	15	8867
Всего	63081	41634893	5425	8637361

В настоящее время практически вся акватория Мирового океана за пределами ИЭЗ прибрежных государств поделена на зоны ответственности региональных организаций по управлению рыболовством (РФМО) в их полномочия входит принимать обязательные для исполнения меры по сохранению и рациональному использованию биологических ресурсов (Cullis-Suzuki, Pauly 2010). Поэтому при ведении промысла в открытой части океана необходимо учитывать и соблюдать меры по сохранению и управлению промыслами, установленными для них соответствующей РФМО. В Атлантическом океане к таким организациям относятся: Комиссия по рыболовству в северо-восточной части Атлантического океана (NEAFC), Организация по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (NAFO), Комитет по рыболовству в восточной части центральной Атлантики (CECAF), Комиссия по рыболовству в западной части центральной Атлантики (WECAF), Организация по рыболовству в юго-восточной Атлантике (SEAFO). В Индийском океане: Соглашение о рыболовстве в южной части Индийского океана (SIOFA). В Тихом Океане: южнотихоокеанская

региональная рыбохозяйственная организация (SPRFMO), Комиссия по рыболовству в северной части Тихого океана (NPFC). Все указанные РФМО обладают юридической компетенцией в отношении промысловых ресурсов, за исключением СЕСАФ и WЕСАFC, которые были учреждены ФАО и являются консультативными органами.

Из-за особого характера промысла тунца во всём мире существуют РФМО созданные специально для управления промыслом тунца и подобных видов. К ним относятся: Международная комиссия по сохранению атлантических тунцов (ICCAT), Комиссия по тунцу в Индийском океане (IOTC), Межамериканская комиссия по тропическому тунцу (IATTC), Комиссия по сохранению южного голубого тунца (CCSBT) и Комиссия по рыболовству в западной и центральной частях Тихого океана (WCPFC).

Анализ данных пространственного распределения промыслового усилия (рис. 3) показывает, что промыслом в 2020 г. была охвачена практически вся акватория Мирового океана, при этом его распределение являлось неравномерным. Наибольший вклад в мировой промысел вносят воды Северного по-

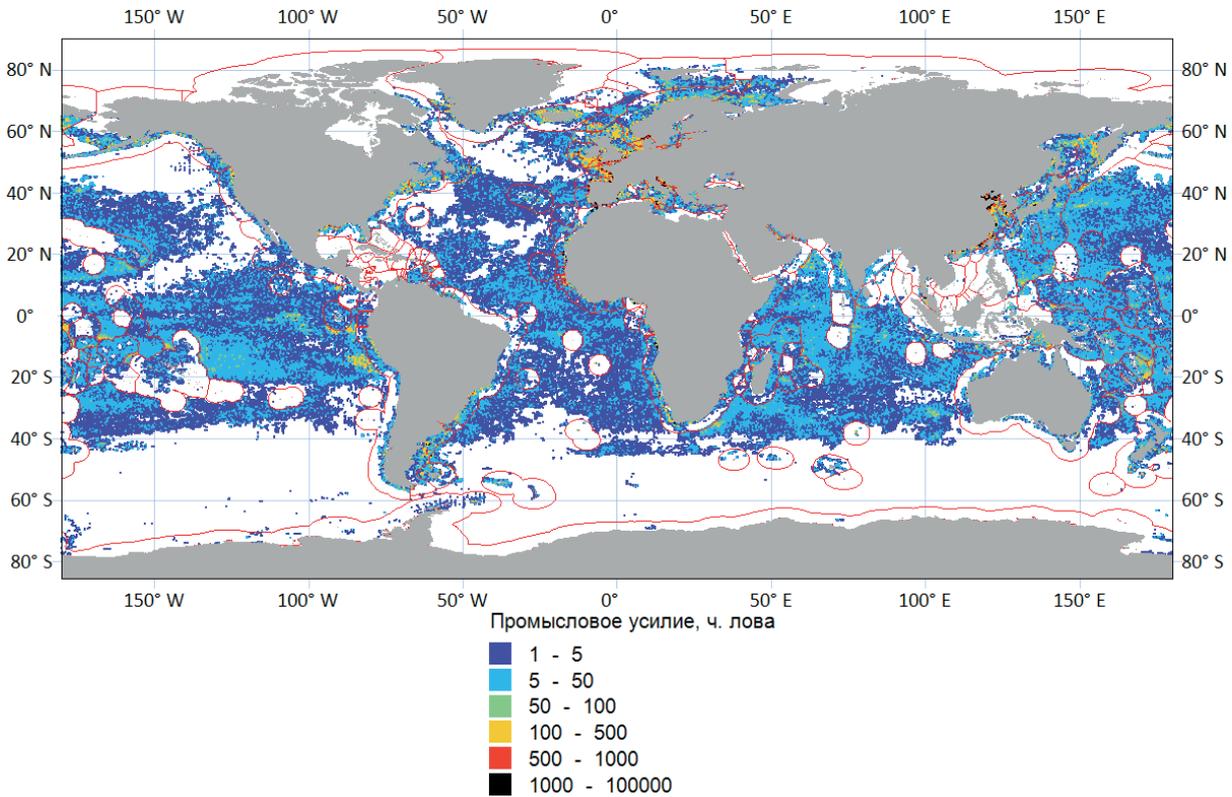


Рис. 3. Распределение глобального промыслового усилия в 2020 г.

лушария, куда приходится 79,8% глобального промыслового усилия, вклад Южного полушария составляет только 20,2%. К югу от 40° ю.ш. промысел был сосредоточен только в шельфовой зоне Южной Америки и островов, у Антарктического полуострова, а также в морях Росса и Амундсена, в открытом океане промысел практически не ведётся. Наибольшее промысловое усилие было сосредоточено в ИЭЗ прибрежных государств Европы, Исландии, Китая, Южной и Северной Кореи, России, восточного побережья США, Мавритании, Сенегала и Вануату, где отмечаются максимальные показатели промыслового усилия – от 500 ч. до 69 тыс. ч. лова на квадрате со сторонами 0,1°. За пределами ИЭЗ прибрежных государств промысловое усилие, как правило, невысокое и находится в пределах 1–50 ч. лова в квадрате со сторонами 0,1°, но в некоторых

частях Мирового океана выделяются области повышенной промысловой активности, которые могут представлять интерес для развития российского экспедиционного промысла.

Анализ распределения промыслового усилия за пределами ИЭЗ прибрежных стран может представлять интерес в плане выявления потенциально перспективных промысловых районов для российского экспедиционного рыболовства. На рисунке 4 приводятся участки максимального промыслового усилия (более 25 ч. лова в 0,1° квадрате) в 2020 г.

Далее мы рассмотрим наиболее активные зоны промысла, находящиеся в открытых водах, в бассейнах трёх океанов.

*Атлантический океан.* Как видно из рисунка 4 в северной части Атлантического океана значительного промысла за пределами ИЭЗ не осуществляется.

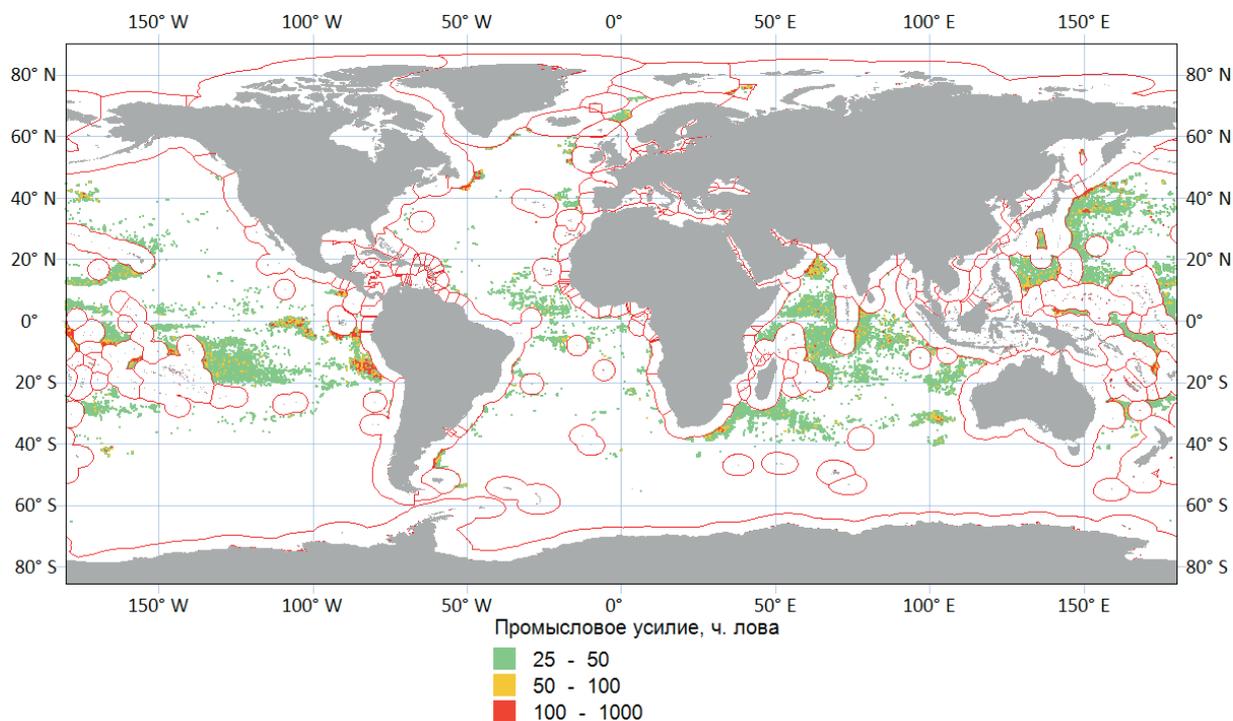


Рис. 4. Участки максимального промыслового усилия за пределами ИЭЗ в 2020 г.

Промысел путассу к западу от Британских островов, промысел окуня-клювача в море Ирмингера, промысел за пределами ИЭЗ Канады на Флериш-Кап и Большой Ньюфаундленской банке активно ведётся российскими рыбаками (Промысловое описание ..., 2013; Бандурин, Архипов, 2019). Эпизодически, из-за ограниченности ресурсов, ведётся промысел на банках и подводных возвышенностях Канарско-Азорского комплекса.

В центральной части Атлантического океана между 11° ю.ш. – 28° с.ш., и 12°–40° з.д. в течение года промысел ведут от 51 до 143 судов ярусного лова Японии (54), Тайваня (42), Испании (36), Китая (27) и др., от 3 до 36 тунцеловных сейнеров Ганы (11), Испании (10), Франции (9), Сенегала (7) и др., а также 3–9 траулеров Гвинеи (5), Китая (3) и др. (рис. 5).

При этом наиболее активный промысел отмечается с января по апрель,

когда промысловое усилие достигает 42–48 тыс. ч. лова, а общее число судов составляет 151–159 единиц.

Ярусоловный промысел в этом районе сосредоточен на облове крупных пелагических хищников: тунцов, рыбы-меч, парусников, марлинов, копненощев и акул (Кокорин, 1994). Сейнерный тунцеловный промысел является многовидовым, основу уловов при этом составляет желтопёрый тунец (*Thunnus albacares*), и скипджек (*Katsuwonus pelamis*), иногда попадает большеглазый тунец (*Thunnus obesus*), в прилове встречается до 242 видов рыб (Torres-Irineo et al., 2014).

Незначительная часть этой акватории к югу от экватора и западу от 20° з.д. относится к компетенции SEAFO, остальная часть района относится к компетенции CECAF, промысел тунцов в этом районе регулируется ICCAT. Россия является членом ICCAT, поэтому возможность ведения промыс-

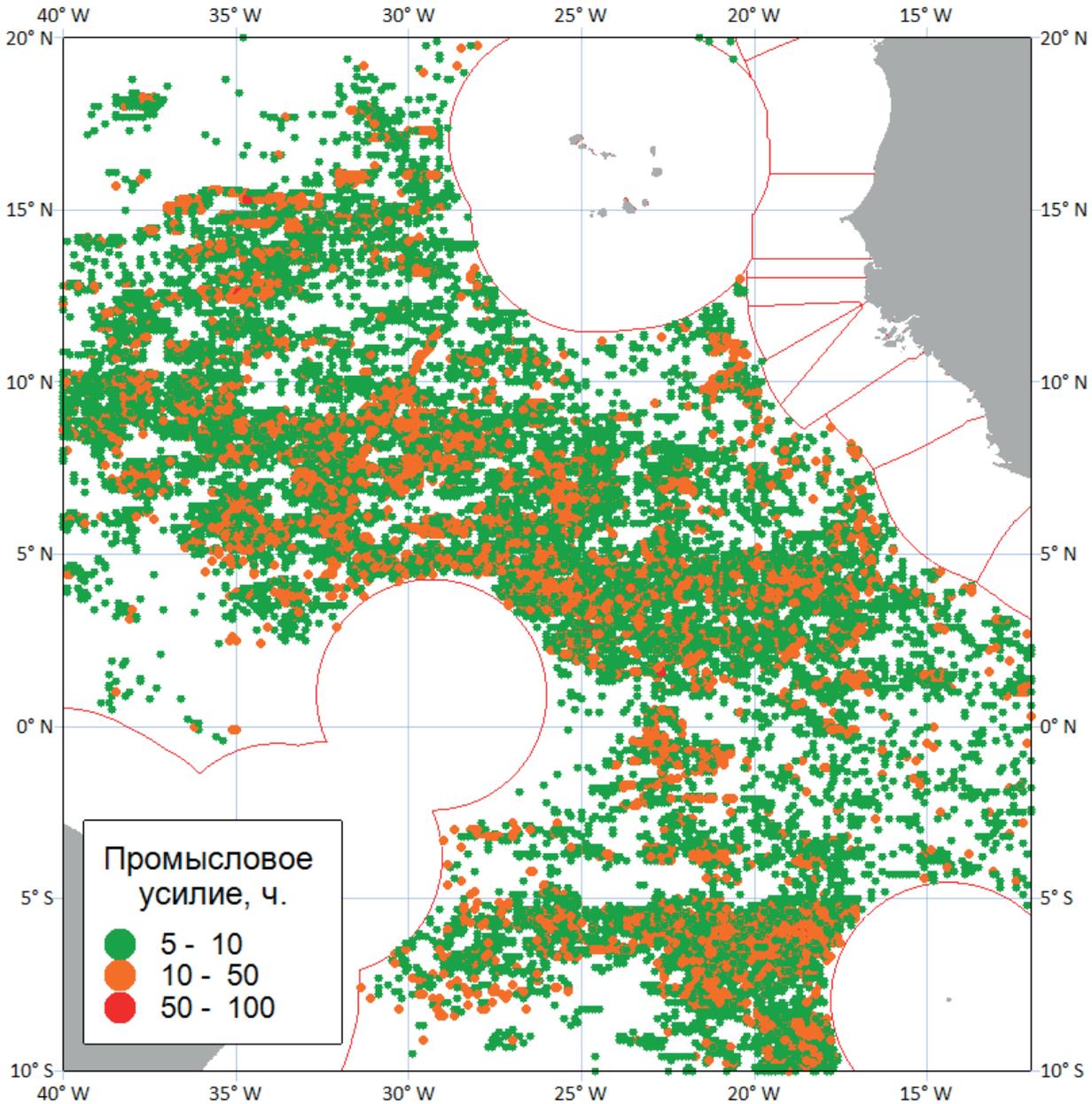


Рис. 5. Распределение промыслового усилия в центральной части Атлантического океана в 2020 г.

ла тунцов для российских судов пока сохраняется (Гербер, Маслянкин, 2021). В последние годы вылов пелагических хищников ярусным промыслом в тропической части Атлантического океана за пределами ИЭЗ находится на уровне 21 тыс. т, преобладающим видом является большеглазый тунец (табл. 3).

В юго-западной части Атлантического океана, за пределами ИЭЗ Арген-

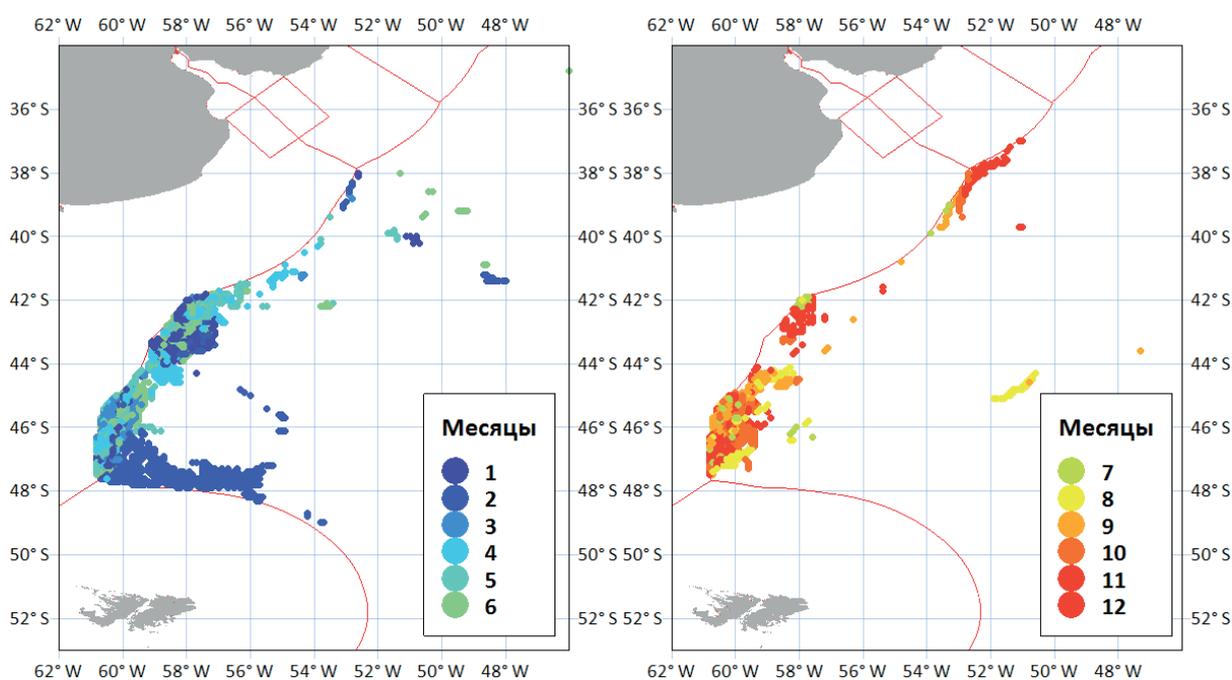
тины и Фолклендских островов традиционно проходит крупномасштабный промысел аргентинского короткопёрого кальмара (*Illex argentinus*), который является основным компонентом коммерческого промысла кальмаров в этом районе (Нигматуллин, 2004; Chen et. al., 2008) (рис. 6).

Промысел в течение года ведут от 2 до 239 судов джиггерного лова Китая

**Таблица 3.** Вылов пелагических хищников ярусным промыслом в тропической части Атлантического океана за пределами ИЭЗ\* (т) (ИССАТ, 2021)

Вид	2015	2016	2017	2018	2019
Парусник атлантический	11	13	7	0	0
Акула мако	1	1	1	0	0
Тунец полосатый	1	1	7	0	0
Марлин синий	22	28	28	0	0
Голубая акула	22	16	16	0	0
Тунец длиннопёрый	2459	3546	4416	3559	2332
Большеглазый тунец	25889	21327	21932	16021	17493
Рыба-меч	124	19	19	0	0
Всего	30544	26967	28443	21598	21844

**Примечание:** \* – фактический вылов может быть выше, поскольку не все данные в базе данных ИССАТ маркируются по признаку места добычи.



**Рис. 6.** Участки промысла аргентинского кальмара в 2020 г.

(188), Тайваня (70), Кореи (30) и Аргентины (7), а также 11–47 траулеров под флагами Испании (27), Фолклендских островов (13), Аргентины (11), Бразилии (11), Кореи (9), и других стран. При этом наиболее массовый промысел происхо-

дит с января по май, когда численность флота может достигать 286 единиц, а промысловое усилие 38 тыс. ч. лова, затем активность промысла снижается и с июля по ноябрь на промысле находится минимальное количество судов.

Вероятно траловые суда, помимо облова скоплений кальмара, также осуществляют и добычу рыбных объектов, об этом свидетельствует их присутствие в районе в период с июля по октябрь, когда промысел кальмара не ведётся.

Несмотря на довольно значительную акваторию, где ведётся промысел, максимальное промысловое усилие со-

средоточено на небольшом участке на границе ИЭЗ Аргентины и Фолклендских островов между 42–48° ю.ш., 56–61° з.д., при этом самые высокие показатели отмечались непосредственно вблизи ИЭЗ Аргентины (рис. 7).

В период СССР советские рыбаки активно участвовали в этом виде промысла, общий годовой вылов СССР в

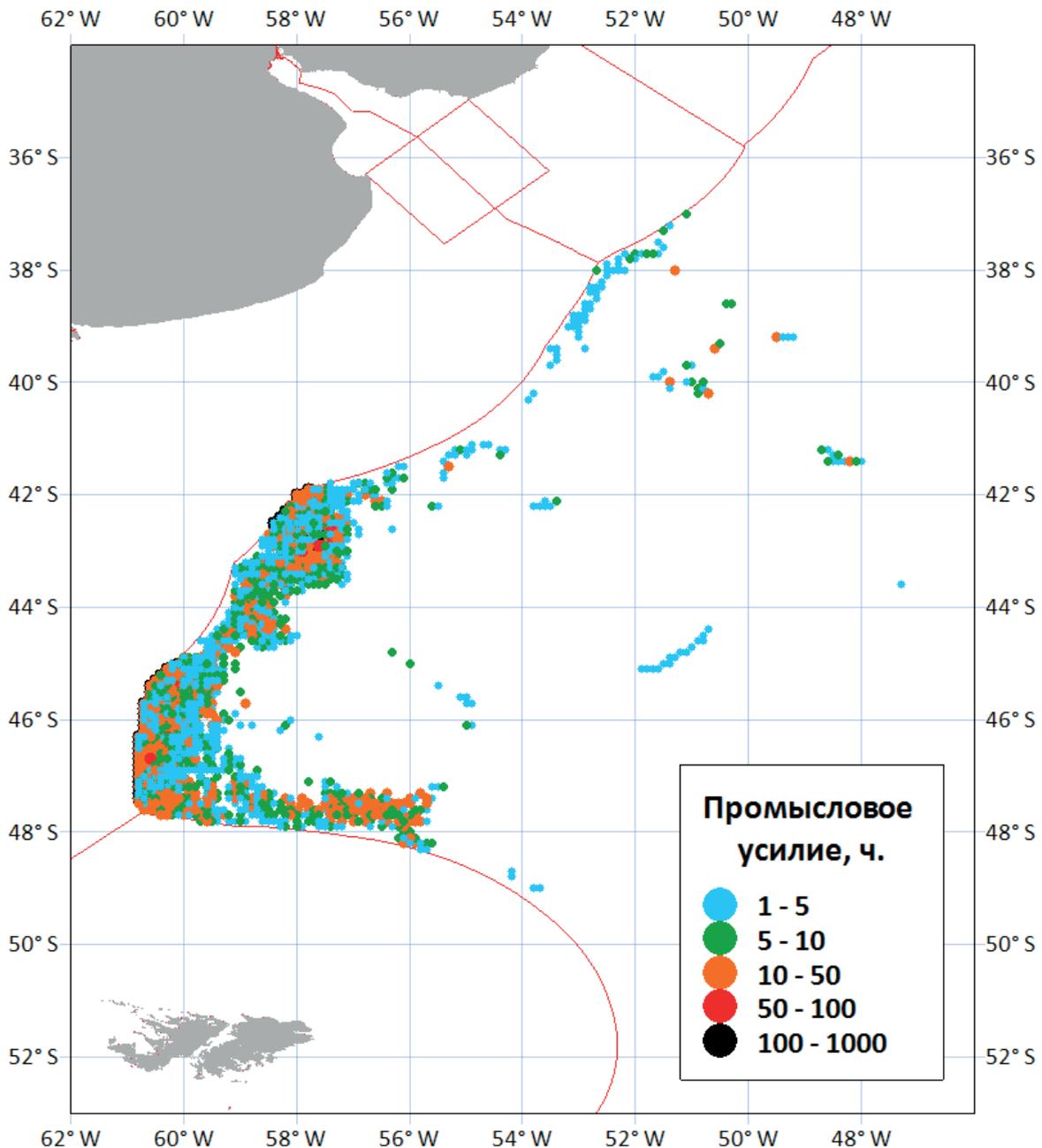


Рис. 7. Распределение промыслового усилия на промысле аргентинского кальмара в 2020 г.

конце 1980-х гг. достигал 73–105 тыс. т (Нигматуллин, 2017). По данным (Chen et. al., 2008) среднегодовая производительность одного джиггерного судна, в зависимости от уровня состояния запасов, может составлять от 1 до 3 тыс. т. Таким образом, при средней величине вылова 1,5 тыс. т в год на судно вылов кальмара в 2020 г. только джиггерными судами может составлять около 360 тыс. т.

Кроме промысла кальмара в этом районе также проходит пелагический ярусный промысел – от 7 до 22 ярусоловов Тайваня (9), Бразилии (9), Испании (7) и др. с промысловым усилием от 1 до 6 тыс. ч. лова. Промысел, очевидно, базируется на добыче тунцов, каранксов, луцианов, макруросов (Кокорин, 1994).

От 2 до 7 ярусоловов Кореи (8), Украины (1) и Уругвая (1) ведут промысел ставными ярусами, предположительно, патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*) ярусный лов которого за пределами экономических зон Аргентины и Фолклендских островов возможен круглогодично между 42–47° ю.ш. на глубинах 600–2000 м, вылов не регулируется (Кокорин, 1994; Петров и др., 2016).

Интересно отметить, что в юго-западной Атлантике отсутствует собственная региональная рыбохозяйственная организация и промысел за пределами ИЭЗ прибрежных стран не регулируется. Однако в перспективе не исключено установление мер регулирования промысла за пределами ИЭЗ прибрежных государств, с которыми будут вынуждены считаться страны экспедиционного лова (Гербер, Маслянкин, 2021). Промысел тунцов в этом районе регулируется ИССАТ.

*Тихий океан.* В южной части Тихого океана хорошо прослеживается приуроченность наиболее массового промысла к полосе между Экватором и 20° ю.ш.

В этом районе для российского рыболовства традиционно представляет интерес запас перуанской ставриды за пределами ИЭЗ Чили. Однако, несмотря на высокие оценки численности, получаемые научным комитетом, в последние годы, промысел ставриды в открытых водах ЮВТО характеризуется нестабильностью, невысокой производительностью лова, небольшими объемами вылова. Квоты вылова ставриды, выделяемые странам-участницам, как правило, не осваиваются. В 2020 г. в южном подрайоне промысел экспедиционным флотом не велся, в северном подрайоне Тихого океана промысел вело только одно российское судно (Дубищук, 2021).

В Тихом океане располагается второй район крупномасштабного промысла океанических кальмаров – здесь добывается кальмар-дозидикус (*Dosidicus gigas*) (Нигматуллин, 2004, Chen et. al., 2008). Промысел проходит на обширной акватории – у границы ИЭЗ Перу и Галапагосских островов и в открытой части океана между 7° ю.ш. – 2° с.ш. и 115°–95° з.д., что вероятно объясняется наличием в этом районе двух группировок кальмара (Нигматуллин, 2006), по другим данным (Chen et. al., 2008) возможно одновременное существование трёх группировок кальмара (рис. 8).

На промысле в течение года находится флот численностью от 223 до 393 судов джиггерного лова, практически полностью состоящий из судов Китая (463) и незначительного количества судов Кореи (13), Тайваня (5) и др., а промысловое усилие превышает 70 тыс. ч. лова в месяц.

Наиболее активный промысел отмечается в весенне-летний период Южного полушария с октября по март, в осенне-зимний период с апреля по август интенсивность промысла несколько снижается.

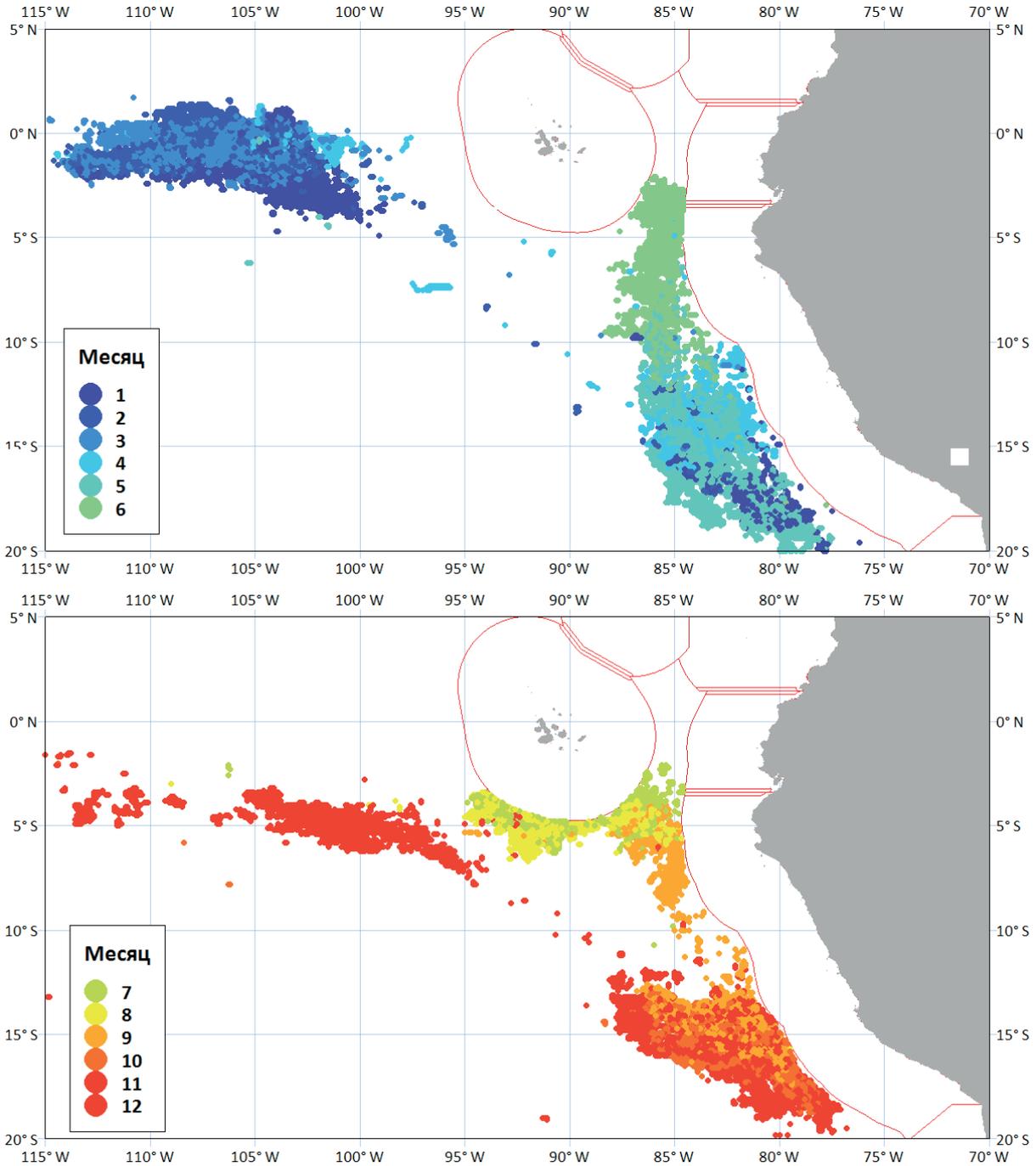


Рис. 8. Участки промысла кальмара-дозидикуса в южной части Тихого океана в 2020 г.

В пространственном распределении промыслового усилия наиболее высокие показатели отмечаются в экваториальной части, к северу от 5° ю.ш. на участке между ИЭЗ Перу и Галапагоских островов и в открытой части океана. К югу от 5° ю.ш. промысловое усилие несколько ниже (рис. 9).

В этом районе также проходит интенсивный тунцеловный промысел – от 24 до 48 тунцеловных сейнеров Эквадора (41), Колумбии (16), Мексики (12) и др. с промысловым усилием от 1 до 5 тыс. ч. лова и пелагический ярусный промысел – от 45 до 137 ярусоло-

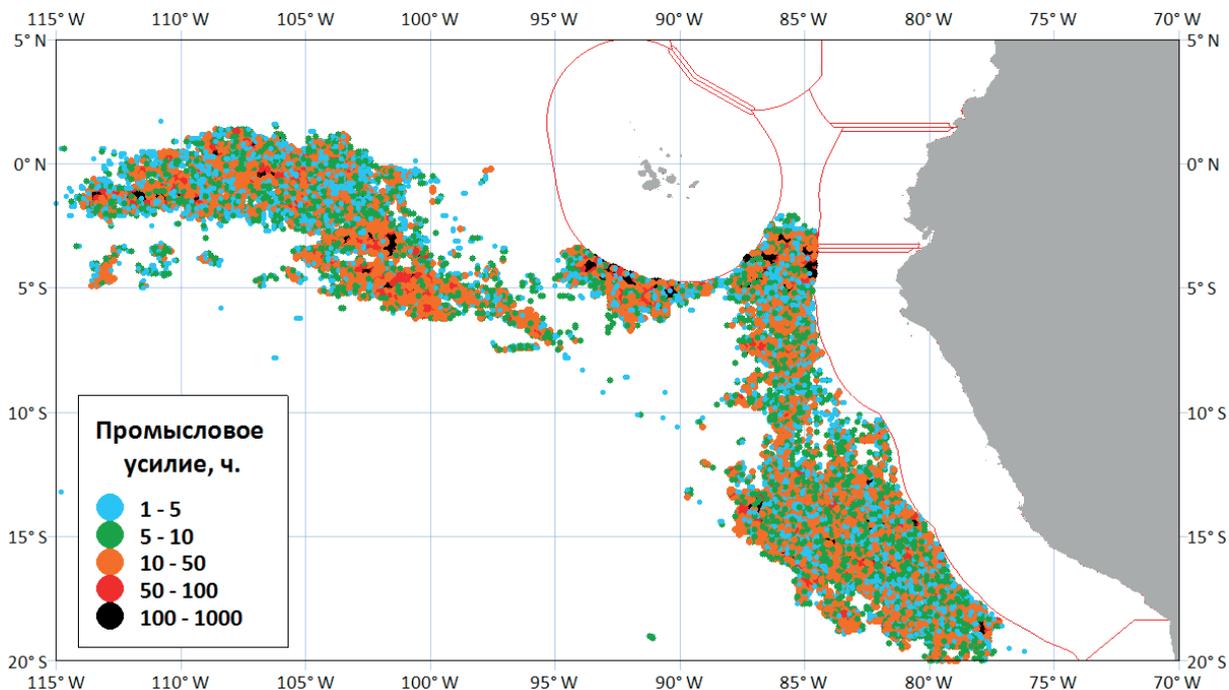


Рис. 9. Распределение промыслового усилия на промысле кальмара-дозидикуса в 2020 г.

вов Китая (127), Японии (34), Испании (31) и др. с промысловым усилием от 7 до 40 тыс. ч. лова.

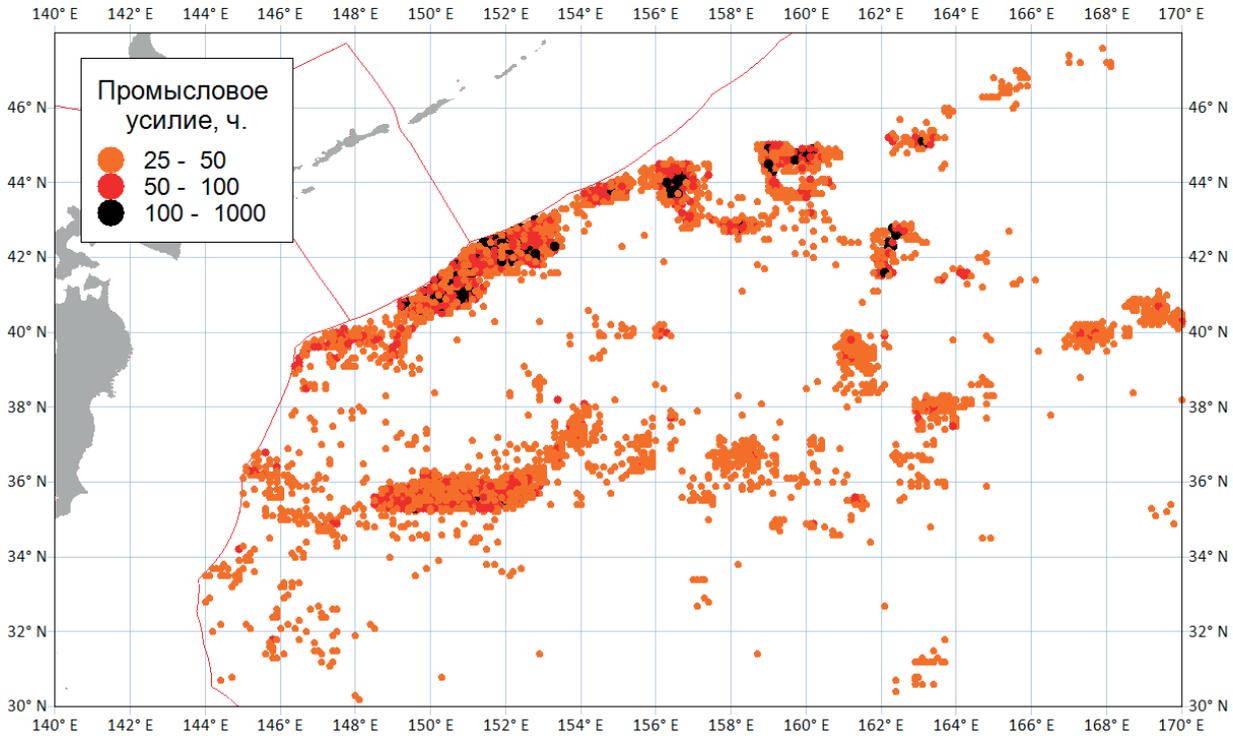
Большая часть данной акватории, к югу от экватора относится к компетенции региональной рыбохозяйственной организации SPRFMO, однако промысел кальмара-дозидикуса на данный момент этой организацией не регулируется (SPRFMO, 2021).

Масштабный промысел ведется в северной части Тихого океана за пределами ИЭЗ России и Японии между 30–45° с.ш. и от границ ИЭЗ до 160° в.д. (рис. 10).

Здесь на промысле в течение года находится от 66 до 151 ярусоловов пелагического лова Японии (163), Тайваня (124), Вануату (25) и Китая (7), от 9 до 159 судов джиггерного лова Тайваня (82), Китая (81), Кореи (8), Японии (8) и др. и от 1 до 61 судов крючкового лова Японии (67) и Китая (2). Также на промысле находится 2–3 траулера России (6) и Китая (4) и 2–6 тунцеловных сей-

нера Японии (6) и Китая (4). Наиболее активный промысел приходится на период с августа по ноябрь, когда на лову находится максимальное количество судов и промысловое усилие может достигать более 90 тыс. ч. лова, минимальные величины отмечаются в период с января по апрель. В пространственном отношении участки с максимальным промысловым усилием, как правило, расположены вблизи ИЭЗ прибрежных государств.

Джиггерный промысел, по видимому, сосредоточен на облове тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* и *Ommastrephes bartramii* (Yasunori et.al., 2013; Yu et.al., 2017), которые являются важными объектами промысла для азиатских стран в этом районе. По данным статистики Кореи и Японии вылов *Todarodes pacificus* в 1950–1960 гг. достигал 668 тыс. т, в 1990–2000 гг. находился на уровне 400 тыс. т. (Fei et.al., 2020), за пределами ИЭЗ в начале 2000-х г добывалось около 100 тыс. т (Yasunori et.al., 2013). Недавно было показано (Осипов,



**Рис. 10.** Распределение максимального промыслового усилия в северо-западной части Тихого океана за пределами ИЭЗ прибрежных государств в 2020 г.

Павлов, 2021), что промысел этого кальмара успешно можно вести тралами. По данным NPFC (NPFC, 2021) суммарный вылов двух видов кальмаров в зоне действия конвенции составил 43,2 тыс. т в 2019 г. и 32,2 тыс. т в 2020 г., в промысле также участвуют и российские суда, облавливая его донным и пелагическим тралами.

Лов дрейфующими ярусами, очевидно, сосредоточен на облове тунцов, акул и других крупных хищников, в качестве прилова могут попадаться кижуч, кета, горбуша, нерка (Кокорин, 1994). В районе подводных возвышенностей ярусами могут добываться палтус, берикс, рыбакабан и др. (Кокорин, 1994).

Данный район относится к компетенции NPFC, промысел тунцов регулируется WCPFC. Упоминание мер регулирования промысла кальмаров в мерах по управлению и сохранению NPFC отсутствует (Convention ..., 2021).

*Индийский океан.* Несмотря на значительную промысловую активность в Индийском океане, в настоящее время этот район российскими рыбаками практически не используется.

Промыслом охвачена практически вся акватория Индийского океана к северу от 40° ю.ш., участки наибольшей концентрации промыслового усилия представлены на рисунке 11.

Обращают на себя внимание три наиболее массовых промысловых района – к югу от 30° ю.ш. у границы ИЭЗ ЮАР и Мадагаскара, к югу от 30° ю.ш. к западу от ИЭЗ Австралии (между 95–105° в.д.), в Аравийском море (участок к северу от 15° с.ш. у границы ИЭЗ Омана). Также довольно активный промысел ведётся и в центральной части Индийского океана.

В районе к югу от 30° ю.ш. у границы ИЭЗ ЮАР и Мадагаскара промысел ведут исключительно суда пелагическо-

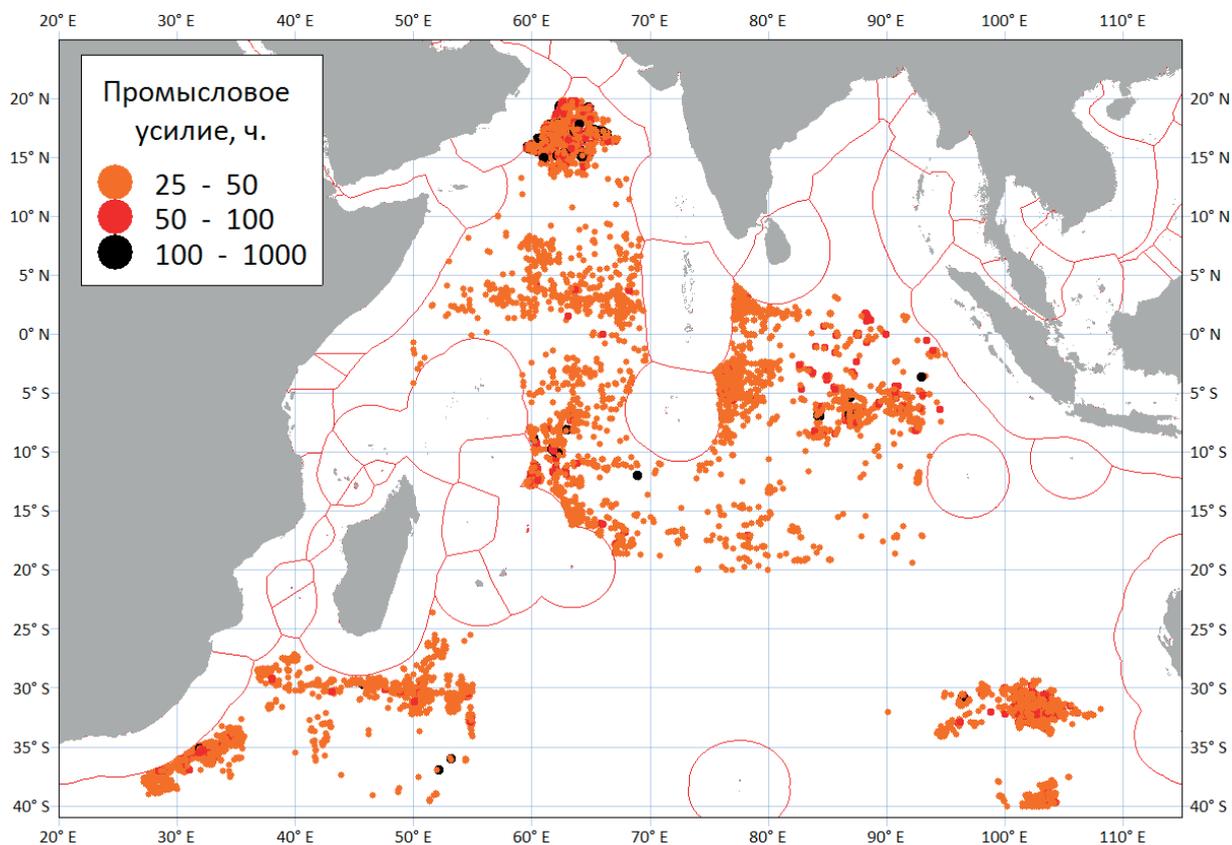


Рис. 11. Распределение максимального промыслового усилия в Индийском океане в 2020 г.

го ярусного лова. В течение года их количество изменяется от 19 до 86 в период с ноября по май и увеличивается до 103–152 единиц в период с июня по октябрь, когда отмечаются максимальные показатели промыслового усилия. Промысел ведут суда под флагами Тайваня (140), Японии (26), Испании (11), Сейшел (12) и др. Суммарное промысловое усилие в зимние месяцы Южного полушария достигает величин 80–85 тыс. ч. лова.

К западу от ИЭЗ Австралии (между 35–30° ю.ш., 95–105° в.д.) основной промысел проходит с мая по декабрь, когда на лову в течение года ежемесячно находилось от 31 до 59 судов пелагического ярусного лова Японии (36), Индонезии (35), Тайваня (12), Китая (7) и др. Суммарное промысловое усилие в июле–августе достигало 35 тыс. ч. лова.

В центральной части Индийского океана ведётся круглогодичный масштабный промысел, общее количество промысловых судов в отдельные периоды может превышать 350 единиц, а суммарное промысловое усилие с ноября по февраль достигает 90–100 тыс. ч. лова.

В течение года ежемесячно на лову находилось от 170 до 355 судов пелагического ярусного лова Тайваня (224), Шри-Ланки (102), Китая (57), Сейшелл (41), Индонезии (32), Японии (28) и др., от 2 до 18 кошельковых сейнеров Индонезии, от 1 до 14 судов джиггерного лова Китая (19), Тайваня (3), Индонезии (2) и др., от 1 до 11 тунцеловных сейнеров Франции (6), Реюньон (5), Маврикия (3), Сейшел (3), Китая (2), Японии (2) и др.

В Аравийском море (участок к северу от 15° с.ш. до границы ИЭЗ Омана) промысел ведёт флот, преимущественно

состоящий из судов под флагом Китая. В течение года ежемесячно на промысле находилось от 2 до 8 ярусоловов пелагического лова Шри-Ланки (11), Китая (6), Тайваня (5) и др., от 3 до 38 судов джиггерного лова Китая, от 1 до 8 крючковых судов Китая, от 1 до 6 тунцеловных сейнеров Испании (5), Франции (3), Сейшел (2) и др., а также от 4 до 26 судов не идентифицированного типа лова. Вполне вероятно, не идентифицированные суда также являются китайскими судами джиггерного лова, по оценкам Всемирного фонда дикой природы (WWF), численность джиггерного флота Китая в этом районе в 2019 г. могла достигать 279 единиц, также там присутствовало до 34 транспортных рефрижераторных судов Китая (Unregulated fishing ..., 2020). В период с октября по май проходит активный промысел, суммарное промысловое усилие находится на уровне 14–18 тыс. ч. лова. В период с июня по август на промысле находится минимальное количество судов.

Преобладание в этом районе судов джиггерного лова свидетельствует о наличии значительных скоплений кальмара – *Sthenoteuthis oualaniensis* (Xinjun et. al., 2007), который в уловах джиггерных судов представлен особями длиной 10–25 см и весом 50–650 г (Mohamed et. al., 2011).

Основными объектами пелагического ярусного лова в Индийском океане являются различные пелагические хищники – тунцы, мечерылые и акулы (Кокорин, 1994; Ardill et. al., 2011; Sinha et. al., 2017). Общий вылов пелагических хищников ярусным промыслом в Индийском океане в последние годы находится на уровне 117–129 тыс. т, к сожалению, точно определить какая часть добывается за пределами ИЭЗ, из-за особенностей базы данных, не представляется возможным (табл. 4).

Регулирование промысла на большей части этой акватории относится к компетенции SIOFA, промысел тунцов в этом районе регулируется ИОТС. При этом район Аравийского моря находится вне зоны ответственности SIOFA и регулирование промысла кальмара не осуществляется, чем активно пользуются рыбаки Китая (Unregulated fishing ..., 2020).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый в работе анализ показал, что на основе данных современного промыслового усилия в Мировом океане, обнаружить масштабную ресурсную базу для тралового промысла в открытой части океанов за пределами ИЭЗ не представляется возможным. Исключение может представлять промысел криля в Антарктической части океанов (Бандурин, Касаткина, 2021; Гербер, Маслянкин, 2021). Развитие тралового промысла в районах за пределами национальной юрисдикции России возможно только в ИЭЗ прибрежных государств, с освоением биоресурсов которых связаны основные успехи экспедиционного тралового промысла (Кухоренко, 2020). С прибрежными странами для этих целей должны быть заключены соответствующие договорённости (Бандурин, Архипов, 2019; Гербер, Маслянкин, 2021). Однако в настоящее время доступ к биоресурсам в ИЭЗ иностранных государств постоянно усложняется, и ужесточаются правила регулирования промысла (Лукацкий, Дубищук, 2014; Згуровский, Беляев, 2020).

Расширение российского промысла в открытом океане, в первую очередь, может быть связано с добычей тунцов и других пелагических хищников, а также кальмаров. Поэтому перспективным является освоение биоресурсов открытой части Мирового океана, особенно тех

**Таблица 4.** Вылов пелагических хищников ярусным промыслом в Индийском океане (т) (ЮТС, 2021)

Вид	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Марлин синий	3573	5028	5240	4358	4683	3190
Полосатый марлин	641	619	1969	932	840	381
Меч-рыба	15104	15489	15123	16142	15879	14144
Чёрный марлин	1741	1947	1807	1443	1083	1268
Синепёрый тунец	28060	28080	25189	22473	19051	18553
Тунец полосатый (скипджек)	275	240	119	232	266	223
Тунец длиннопёрый	18857	16152	17514	26678	31994	28263
Южный голубой тунец	920	1150	1151	1243	1224	1390
Тунец желтопёрый	21560	21154	21819	21650	28773	26544
Скумбриевидные	36	27	27	36	67	58
Мечерылые	337	320	338	400	543	358
Копьеносец короткорылый	9	13	19	17	28	11
Парусник индо-тихоокеанский	443	183	219	402	570	656
Белопёрая акула	45	68	0	0	0	0
Шелковистая акула	434	185	196	198	270	425
Голубая акула	5125	4764	5563	5752	5755	5426
Молотоголовые акулы	21	16	7	3	4	6
Серые акулы	2	16	11	15	33	23
Сельдевые акулы	930	928	1449	1469	1403	930
Акулы прочие	1173	1406	989	663	130	60
Нецелевые сопутствующие виды	10511	9887	17495	17742	16404	15101
Всего	109797	107672	116244	121849	129001	117010

его зон, которые не охвачены жёстким регулированием на наднациональном уровне в рамках региональных рыбохозяйственных организаций, чем активно пользуются китайские рыбаки. Однако, как было показано, для достижения этих целей необходимо осваивать и развивать экономичные способы лова характерные для зон открытого океана, к которым относится пелагический ярусный и джиггерный лов, а также сейнерный кошельковый лов для тунцов.

В нашей стране со времен СССР наиболее интенсивно развивался тра-

ловый промысел, который не требовал наживки, был более механизированным и производительным, что давало ему большие перспективы развития. В результате всю первую половину XX в. наблюдался упадок отечественного ярусного лова (Греков, Павленко, 2011). В настоящее время, ярусный промысел имеет значительный резерв для своего развития, за счет промысла в открытых районах океана, и в том числе, освоения не регулируемых в настоящее время сырьевых ресурсов, недоступных для тралового лова. Также стоит обратить вни-

мание на развитие джиггерного промысла для добычи кальмаров и сейнерный кошельковый лов для добычи тунцов.

При этом необходимо отметить, что анализ выполненный (Sala et al., 2018) на основе данных спутникового мониторинга за 2016 г. продемонстрировал прибыльность океанического рыболовства только для промысла тунцов, в то время как большинство других промыслов едва окупилось, и в целом показал убыточность ведения промысла в районах открытого моря. Авторы (Sala et al., 2018) отмечают, что продолжающийся масштабный промысел в океанических районах может обосновываться сочетанием ряда факторов: 1) занижение фактического уровня уловов; 2) государственные субсидии, которые могут достигать от 30 до 40% стоимости улова; 3) снижение затрат из-за несправедливой заработной платы; 4) снижение затрат из-за перевалки продукции в море; 5) геополитические причины, по которым страны могут ловить рыбу в некоторых районах, как часть их долгосрочной внешнеполитической стратегии, независимо от экономической выгоды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бандурин К.В., Архипов А.Г. Современное состояние и перспективы развития российского промысла водных биоресурсов в океанических районах исследования АтлантНИРО // Труды АтлантНИРО. 2019. Т. 3. № 2. С. 5–14.
- Бандурин К.В., Касаткина С.М. Развитие российских ресурсных исследований и промысла криля (*Euphausia superba*) в Антарктике: проблемы и перспективы // Вопр. рыболовства. 2021. Т. 22. № 2. С. 20–26.
- Гербер Е.М., Маслянкин Г.Е. Особенности использования сырьевой базы океанических районов сферы деятельности «Атлантниро» в 2000–2019 гг. // Вопр. рыболовства. 2021. Т. 22. № 2. С. 72–92.
- Греков А.А., Павленко А.А. Сравнение ярусного и тралового донных видов промысла в Баренцевом море для разработки предложений по устойчивому использованию морских биоресурсов Баренцева моря // Мурманск: Всемирный фонд дикой природы, 2011. 54 с.
- Дубицук М.М. Особенности промысла и биологического состояния перуанской ставриды *Trachurus murphyi* в открытых водах центрального подрайона Юго-Восточной части Тихого океана в августе-октябре 2020 года // Труды АтлантНИРО. 2021. Т. 5, № 1 (11). Калининград: АтлантНИРО. С. 122–135.
- Згуровский К.А., Беляев В.А. Анализ деятельности российского рыбопромыслового флота за пределами ИЭЗ России для минимизации потенциального ННН-промысла и воздействия на уязвимые морские экосистемы // Рыбн. хозяйство. 2020. № 4. С. 4–15.
- Инструкция по классификации судов флота рыбного хозяйства. СПб.: Гипрорыбфлот, 1995. 34 с.
- Кокорин Н.В. Лов рыбы ярусами. М.: ВНИРО, 1994. 421 с.
- Кухоренко К.Г. Научно-поисковые исследования и перспективы развития отечественного океанического рыболовства в Атлантике и Юго-Восточной части Тихого океана // Рыбн. хозяйство. 2020. № 6. С. 30–33.
- Лукацкий В.Б., Дубицук М.М. О влиянии ширины, закрытой для промысла прибрежной зоны, на работу крупнотоннажного флота в ИЭЗ Мавритании // Рыбн. хозяйство. 2014. № 1. С. 47–52.
- Маслянкин Г.Е., Дубицук М.М., Гербер Е.М., Вафиев А.А. Современные системы позиционирования судов и возможности их использования для оптимизации научно-информационного обеспечения отечественного промысла // Вопр. рыболовства. 2020. Т. 21. № 2. С. 250–262.
- Нигматуллин Ч.М. Биомасса, продукция, биоценотическая роль, промысловый потенциал и перспективы использования отечественным промыслом кальмаров семейства Ommastrephidae Мирового океана. // Труды

АтлантНИРО. 2004. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2002–2003 годах. Т. 1. Условия среды и промысловое использование биоресурсов. С. 144–163.

Нигматуллин Ч.М. Состояние запасов и промысла кальмара-дозидикуса *Dosidicus gigas* в 1980–2000 годы в восточной части Тихого океана. // Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным памяти Б.Г. Иванова. Тезисы докладов. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 210–213.

Нигматуллин Ч.М. Промысел и динамика запаса аргентинского кальмара Юго-Западной Атлантики в 2014–2016 годах // Труды АтлантНИРО. 2017. Т. 1. № 1. С. 95–123.

Осинов Е.В., Павлов Г.С. Технология тралового промысла тихоокеанского кальмара // Рыбн. хозяйство. 2021. №. 3. С. 108–111.

Петров А.Ф., Касаткина С.М., Вагин А.В. Перспективы отечественного ярусного промысла патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898) на акваториях, приближенных к Антарктике // Рыбн. хозяйство. 2016. № 3. С. 51–54.

Промысловое описание продуктивных районов Атлантического океана (к югу от параллели 50° с.ш.) и Юго-Восточной части Тихого океана. Калининград: Капрос, 2013. 415 с.

Саускан В.И., Архипов А.Г., Осадчий В.М. Современные проблемы устойчивого развития рыбохозяйственного сектора экономики России и пути их решения // Рыбн. хозяйство. 2020. №. 6. С. 67–72.

Ardill D., Itano D., Gillett R. A review of bycatch and discard issues in Indian Ocean tuna fisheries. Accessible via: <http://www.fao.org/3/bi328e/bi328e.pdf>. 20.07.2021.

Chen X., Liu B., Chen Y. A review of the development of Chinese distant-water squid jigging fisheries // Fisheries Research. 2008. V. 89. №. 3. P. 211–221.

Convention on the conservation and management of high seas fisheries resources in the north Pacific ocean. Accessible via: [www.npfc.int](http://www.npfc.int). 12.07.2021.

Cullis-Suzuki S., Pauly D. Failing the high seas: a global evaluation of regional fisheries management organizations // Marine Policy. 2010. V. 34. №. 5. P. 1036–1042.

He P., Chopin, F., Suuronen, P. et al. Classification and illustrated definition of fishing gears. FAO Fisheries Division. Rome, Italy, 2021. 110 p.

ICCAT. Accessible via: [www.iccat.int](http://www.iccat.int). 15.07.2021.

IOTC. Accessible via: [www.iotc.org](http://www.iotc.org). 22.07.2021.

Fei J., Xinyu G., Yucheng W. et al. Response of the Japanese flying squid (*Todarodes pacificus*) in the Japan Sea to future climate warming scenarios // Climatic Change. 2020. V. 159. №. 4. P. 601–618.

Kroodsma D.A., Mayorga J., Hochberg T. et al. Tracking the global footprint of fisheries // Science. 2018. V. 359. №. 6378. P. 904–908.

Mohamed K.S., Sasikumar G., Said Koya K.P. et al. Know... The Master of the Arabian Sea Purpleback Flying Squid *Sthenoteuthis oualaniensis*. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India, 2011. 20 p.

NPFC. Accessible via: [www.npfc.int](http://www.npfc.int). 29.07.2021.

Sala E., Mayorga J., Costello C. et al. The economics of fishing the high seas // Science advances. 2018. V. 4. №. 6. P. 1–13.

Sinha M.K., Anrose A., Pratyush Das B.C. Indian Deep Sea Fisheries-Its Prospects, Issues and Challenges // Journal of Aquaculture & Marine Biology. 2017. V. 5. №. 2. P. 112.

SPRFMO Conservation and Management Measures. Accessible via: [www.sprfmo.int/measures](http://www.sprfmo.int/measures). 15.06.2021.

Torres-Irineo E., Amande M.J., Gaertner D. et al. Bycatch species composition over time by tuna purse-seine fishery in the eastern tropical Atlantic Ocean // Biodiversity and conservation. 2014. V. 23. №. 5. P. 1157–1173.

Unregulated fishing on the high seas of the Indian Ocean. Accessible via: <https://www.wwf.eu/?1014116/Unregulated-fishing-on-the-high-seas-of-the-Indian-Ocean>. 23.06.2021.

Xinjun C., Bilin L., Siquan T. et al. Fishery biology of purpleback squid, *Sthenoteuthis oualaniensis*, in the northwest Indian Ocean // Fisheries research. 2007. V. 83. №. 1. P. 98–104.

Yasunori S., Kidokoro H., Yamashita N. et al. *Todarodes pacificus*, Japanese common flying squid // Advances in squid biology, ecology and fisheries. 2013. Part II. P. 249–271.

Yu W., Chen X., Yi Q. Fishing ground distribution of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in relation to oceanographic conditions in the northwest Pacific Ocean // Jour. of Ocean University of China. 2017. V. 16. №. 6. P. 1157–1166.

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

**CHARACTERISTICS OF FISHERY IN OPEN  
AND CONVENTIONAL AREAS OF THE WORLD OCEAN  
IN 2020 ACCORDING TO SATELLITE MONITORING  
DATA AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT  
OF THE RUSSIAN FISHERY IN THESE AREAS**

© 2022 y. Dubishchuk M.M.

*Atlantic branch of Russian Federal Research Institute  
of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, 236022*

One of the strategic goals of the Russian fishing industry in modern conditions is to expand the activities of the fishing fleet to the open ocean areas. Based on modern data from satellite monitoring of fishing vessels in the World Ocean for 2020, the paper provides a characteristic of the state of oceanic fisheries. The most active fishing zones in the open part of the World Ocean outside the exclusive economic zones of coastal states, which may be of interest for the development of domestic oceanic fishing, have been identified and described. The most active fishing takes place in the open areas of the World Ocean, which are not covered by the regulation of regional fisheries organizations, and especially active is the fishing for species that are not regulated by them. First of all, squid are such commercial species. Tunas and other pelagic predators are also promising species in open areas of the World Ocean. The main types of fishing vessels in the open ocean are longline fishing vessels, jigging vessels and purse seiners. The information provided will be in demand when organizing the fishing of biological resources in areas beyond national jurisdiction, as well as preparing exploratory research expeditions to promising fishing areas.

*Keywords:* aquatic biological resources, fishery, Atlantic Ocean, Pacific Ocean, Indian Ocean, longline fishery, jig fishery, tuna, squid.

## СОВРЕМЕННАЯ ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУДАКА *SANDER LUCIOPERCA* КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2022 г. Ф.М. Шакирова<sup>1</sup>, О.К. Анохина<sup>1</sup>, А.А. Смирнов<sup>2,3</sup>, Г.Д. Валиева<sup>1</sup>

1 – Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (ТатарстанНИРО), г. Казань, 420029

2 – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 105187

3 – Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан, 685000  
E-mail: shakirovafm@gmail.com

Поступила в редакцию 21.06.2022 г.

Приведены материалы исследований судака р. Волга и Куйбышевского водохранилища и отмечены изменения, произошедшие в его популяции. До создания водохранилища в условиях Средней Волги самцы судака созревали в 5–6-ти летнем возрасте, самки в 6–7 лет. В Куйбышевском водохранилище судак становится половозрелым в 4–5-ти летнем возрасте, а небольшая часть его созревает в трёхлетнем возрасте. В водохранилище, благодаря экологической пластичности и возможности откладывать икру в широком диапазоне температур, независимо от уровня режима водоёма и нерестового субстрата, стало отмечаться увеличение его биологических показателей, численности и запасов. Улучшение кормовых условий судака в водохранилище способствовало более раннему половому созреванию, повышению абсолютной плодовитости рыб и её численности в водоёме. Это способствовало увеличению с 1974 г. уловов судака, которые в 1985 г. достигли максимальных показателей – 517 т (9,2% от общего вылова рыбы в водохранилище). Достаточно высокие уловы судака за последние 10–15 лет, указывают на стабильность его запасов в Куйбышевском водохранилище, которые в настоящее время имеют тенденцию к увеличению. Многовозрастной размерно-весовой состав судака в Куйбышевском водохранилище, представлен, как молодыми, так и старшевозрастными особями, и подтверждает, что популяция находится в хорошем состоянии.

*Ключевые слова:* Куйбышевское водохранилище, судак, размерный, весовой, возрастной состав, уловы.

### ВВЕДЕНИЕ

Обитание в зоне затопления р. Волги (на участке будущего Куйбышевского водохранилища) большого количества рыб, которые должны были стать основой промысла в водохранилище, позволило заблаговременно начать работы по созданию резервного стада производителей, включающих запрет на промысел леща, судака и сазана за два года до пе-

рекрытия Волги плотиной ГЭС и зарыбление Волги и Камы сеголетками сазана, выращиваемого в прудах и водоёмах поймы. При этом предусматривался завоз производителей леща в количестве 150 тыс. экз., сазана – 90 тыс. экз., судака – 15 тыс. экз. Однако завоз производителей рыб не был выполнен. По наблюдениям сотрудников Татарского отделения, невыполнение завоза и выпу-

ска производителей леща и судака не сказало в дальнейшем отрицательно на увеличении численности этих рыб в водохранилище, так как условия размножения их в 1956–1957 гг. были весьма благоприятны (Лукин, 1958).

Судак, как амфибореальный вид, широко распространен от озёр Карелии до водоёмов Казахстана и Новосибирского водохранилища, чему способствовала также массовая его интродукция (Карпевич, 1980). В Куйбышевском водохранилище, самом крупном в Европе, в настоящее время судак является одним из многочисленных видов хищных рыб (Кузнецов и др., 2012; Шакирова, Северов, 2014; Анохина и др., 2016), по классификации МСОП относится к группе LC, то есть не вызывающий опасение. Формирование его стада в водохранилище заняло длительный период, так как на Средней Волге исходная популяция судака была малочисленной. После заполнения водохранилища, благодаря высокой экологической пластичности и возможности откладывать икру в широком диапазоне температур, независимо от уровня режима водоёма и нерестового субстрата, стало отмечаться постепенное увеличение численности и запасов судака, повышение качественных показателей. По нашему мнению, медленное повышение численности судака при благополучных кормовых условиях объясняется изъятием промыслом и рыбаками-любителями неполовозрелых рыб в возрасте 2–3 лет, которые не могли принять участие в воспроизводстве. При массовом вылове молоди наносится значительный ущерб численности популяции вида. Возможно, играет определенную роль и значительный браконьерский вылов (Галанин и др., 2019).

В настоящее время отмечается тенденция увеличения численности популяции судака в водохранилище, при

этом его промысловые уловы также повышаются.

Являясь типичным пелагическим хищником, судак в водоёме выполняет роль биомелиоратора и контролирует численность не только других видов рыб, но и собственную молодь (Лукин, 1960; Попова, 1979; Рыбы Рыбинского ..., 2015; Шакирова и др., 2017).

Целью представленной работы является анализ промыслового состояния и качественной структуры популяции судака Куйбышевского водохранилища в современных условиях.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу статьи положены фондовые и литературные материалы исследований сотрудников Татарского отделения ГосНИОРХ популяции судака в р. Волга до строительства Куйбышевского водохранилища и в Куйбышевском водохранилище в первые и последующие годы (1958–2000 гг.) существования водоёма (Лукин, 1958, 1964; Хузеева, 1970, 2013; Хузеева, Гончаренко, 1972; Кузнецов, 1978, 1997 и др.).

Собственные наблюдения авторов в бассейне р. Волга охватывают период 2001–2021 гг. (Шакирова, Северов, 2014; Анохина и др., 2018; Шакирова и др., 2018). Исследования проводились в весенне-летний периоды на контрольно-наблюдательных пунктах (КНП) Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО», расположенных в Ульяновском плёсе и Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища, в летне-осенний периоды с НИС «Академик Берг», с 2019 г. – с теплохода «Владимир Усков» (Терещенко и др., 2006, 2020; Шакирова и др., 2017; Анохина и др., 2013; Северов, Шакирова, 2016 и др.). Уловы осуществлялись с помощью ставных сетей ячеей 18,0–120,0 мм, мальковой волокуши длиной 6 м, ячеей 5,0 мм и 18-ти метровым

тралом конструкции ГосНИОРХ ячеей 45 мм в крыльях, 40 мм в кутке. Сбор и обработка материала проводились согласно общепринятым в ихтиологии методическим руководствам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Расс, Казанова, 1966; Пахоруков, 1980; Коблицкая, 1981).

За период исследования (2001–2021 гг.) проведены массовые промеры 9190 экз. судака, в том числе возраст исследован у 7790 экз., собрано 987 проб молоди (при наблюдении за естественным воспроизводством рыб), из них 449 проб с судаком.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первые годы заполнения Куйбышевского водохранилища (1956–1957 гг.) ежегодно затапливаемые значительные площади пойменных угодий создавали весьма благоприятные условия для размножения и роста численности рыб благодаря значительному количеству мест, подходящих для нереста, изобилию корма и др., что способствовало созданию многочисленных стад большинства обитающих в водоёме промысловых рыб. После полного заполнения водохранилища началось приспособление рыб к новым условиям. При этом одни виды (лещ, судак, плотва, густера, окунь, чехонь, серебряный карась и др.) приспособились к новым условиям обитания и смогли обеспечить дальнейшее пополнение стада за счёт естественного размножения, другие (щука, синец, сазан, краснопёрка, линь, налим и др.) не смогли увеличить свою численность (Лукин, 1964).

В реках Волга и Кама, в границах будущего Куйбышевского водохранилища, несмотря на то, что судак встречался повсеместно, доля его в промысле была невелика и составляла 0,9–2,6% в общем улове (Лукин, 1958). После образования водохранилища условия для судака ста-

ли более благоприятные и уже с 1959 г. в Центральном плёсе Куйбышевского водохранилища значение его в промысле заметно возросло, доля вылова его составила в общем улове: в 1959 г. – 1,7%, в 1960 г. – 9,9%, в 1961 г. – 10,5%, в 1962 г. – 8,9% (Яшанин, 1964).

Судак предпочитает откладывать икру в открытой зоне водохранилища на участках с глубинами 2–10 м в районах старого русла реки и на полях. Установлено, что в период нереста у данного вида наблюдалась внутривидовая дифференцировка среди производителей по срокам и местам икрометания, что способствовало выработке адаптаций в период размножения к неблагоприятному режиму уровня воды (Кузнецов, 1975).

По материалам наших исследований в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища в 2012–2018 гг. отмечено, что судак нерестится при температуре воды в 10–12 °С вдали от берега, на глубинах от 3 и более метров и в незначительной степени страдает от колебаний уровня воды в весенний период. Личинки и молодь судака отлавливаются в основном в русловой части Мешинского залива и в акватории Волжско-Камского плёса на значительных глубинах в различных горизонтах воды. В некоторые годы в контрольных уловах личинки судака занимали лидирующее положение и составляли в 2013 г. – 2,9%; 2014 г. – 7,7%; 2018 г. – 7,1% от всего числа выловленной молоди (Шакирова и др., 2021). Отмечено, что в эти годы наблюдалась тёплая весна с безветренной погодой. Тогда как в годы с нестабильной погодой и частыми ветрами нерест судака растягивался до 1 мес. и более, а уловы личинок падали.

В условиях Средней Волги, до её регулирования самцы судака созревали в 5–6 лет, а самки на год позже, в 6–7 лет

(Лукин, 1960). В первые десятилетия в Куйбышевском водохранилище судак становился половозрелым в 4–5-летнем возрасте, а небольшая часть её созревала и в трехлетнем возрасте. К шести годам практически все особи становились половозрелыми (Хузеева, Гончаренко, 1972). По данным В.А. Кузнецова (2005) самки и самцы судака стали созревать в возрасте трёх лет в большем, чем ранее, количестве, наши материалы в целом подтверждают это.

Таким образом, после заполнения водохранилища, благодаря высокой экологической пластичности и возможности откладывать икру в широком диапазоне температур и независимо от уровня режима водоёма, стало отмечаться постепенное увеличение численности судака и повышение его биологических показателей. Первые водохранилищные генерации (1956–1957 гг.) способствовали росту его уловов, который сохранялся на достаточно высоком уровне в течение первых десятилетий, но позднее наметилось его снижение. Последующее улучшение кормовых условий судака (с проникновением в водохранилище тюльки и увеличением численности малоценных видов) способствовало повышению темпа роста, упитанности, более раннему половому созреванию и абсолютной плодовитости и численности рыб (Шакирова, Северов, 2014). Это способствовало увеличению уловов судака с 1974 г., которые в 1978 г. составили 473 т (9,5% от общего вылова рыбы в водохранилище), а в 1985 г. достигли максимальных показателей – 517 т (9,2% от общего вылова рыбы в водохранилище). В последующие годы (с 1993 по 1999 гг.) уловы судака были невысоки и составляли всего лишь 116–138 т, что объясняется организацией промысла, а не состоянием его популяции и запасом. Позже, с появ-

лением нескольких урожайных поколений (Динамика состояния экосистем..., 2020), промысловые запасы судака стали повышаться, что способствовало увеличению его вылова (рис. 1).

Таким образом, с 2000 г. наблюдается тенденция увеличения промысловых запасов судака с 1182,0 до 3016,0 т и уловов с 83,6 до 390,4 т, что связано с возросшей численностью поколений (рис. 1). Достаточно высокие уловы судака за последние 10–15 лет, учитывая, что орудия лова практически не меняются, и не наблюдается активизация промысла, указывают на стабильность запасов вида в Куйбышевском водохранилище. В настоящее время запасы судака увеличиваются, и при благоприятных условиях естественного воспроизводства эта тенденция может сохраниться (рис. 1).

Судак относится к рыбам с высокой плодовитостью (Кузнецов, 2005). Результаты наших исследований в Куйбышевском водохранилище это подтверждают. В зависимости от размеров тела абсолютная плодовитость судака колеблется от 45800 шт. до 545680 шт., составляя в среднем 140530 шт. При этом среднее количество икры, приходящееся на 1 г массы тела самки судака, составляет 141 шт. (таблица).

На Средней Волге, до её зарегулирования, размеры 4-х и 5-ти годовиков судака колебались от 37,2 до 39,3 см и от 48,3 до 50,7 см, соответственно (Лукин, 1960). После строительства водохранилища в изменившихся условиях водоёма рост судака снизился, размеры 4-х годовалых рыб уменьшились и колебались от 25,4 до 35,5 см, несмотря на достаточную их пищевую обеспеченность.

Таким образом, в условиях реки рост судака был выше, чем в водохранилище, что объясняется как малочисленностью популяции, так и обилием и доступностью корма в реке (Кузнецов, 2005).

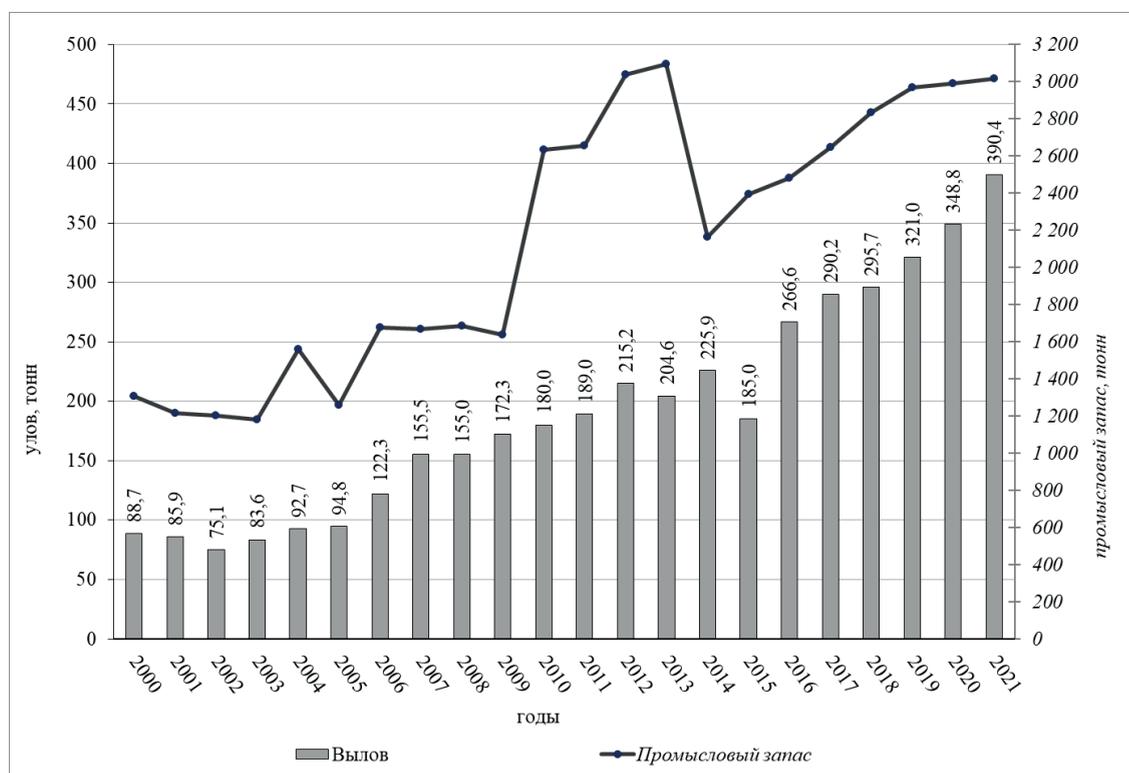


Рис. 1. Динамика промысловых запасов и вылова судака в Куйбышевском водохранилище, т.

Таблица. Показатели плодовитости судака Куйбышевского водохранилища за 2018–2019 гг.

Показатель	Длина тела производителей, см	Масса тела производителей, г	ИАП, шт.	ОП, шт.	Диаметр икринки, мм	Масса икринки, мг
Средняя	40,3	928,0	140530,3	141,6	0,7	53,1
Std.Dev.	6,0	468,1	115855,2	52,6	0,1	13,5
Min	32,0	470,0	45800,0	78,2	0,5	31,0
Max	57,0	2470,0	545680,0	356,7	0,9	82,0

**Примечание:** ИАП – индивидуальная абсолютная плодовитость, ОП – относительная плодовитость, Std.Dev. – стандартное отклонение.

Исследования, проведенные в 1992–2005 гг. показали, что размеры 4-х годовиков колебались от 30,4 до 39,9 см, что свидетельствует о том, что в период дестабилизации экосистемы водохранилища, несмотря на достаточную пищевую обеспеченность вида, сохраняется тенденция снижения показателей роста судака (Кузнецов и др., 2012). По на-

шим данным отмечено, что в настоящее время в Куйбышевском водохранилище также наблюдается более медленный рост судака, чем в Средней Волге. Однако он соответствует таковому, наблюдаемому в 2000-е гг., и достигает 4-х годовиками в среднем 36–37 см, 5-ти годовиками 43–44 см (Динамика состояния экосистем..., 2020).

По материалам наших исследований, возрастной состав судака в промысловых и научно-исследовательских уловах представлен особями от 2+ до 19+ лет. Наиболее многочисленны рыбы от 3+ до 6+ лет, составляющие более 73% (рис. 2). Средний возраст рыб составляет 5+ ( $4,8 \pm 0,2$ ). Рыбы старших возрастов 7+ и более составляют более 20%. По литературным данным, в начале 2000-х гг. основу промыслового стада судака Куйбышевского водохранилища составляли особи в возрасте 3–10 лет, причем рыбы старше 7 лет были малочисленны (Кузнецов, 2005). По-видимому, это связано с чрезмерной промысловой нагрузкой на данный вид в водоёме, когда высокоселективный промысел ставными сетями избирательно направлен на отлов крупных особей определенных видов рыб.

В период наших исследований (2017–2021 гг.) размерный состав судака в Куйбышевском водохранилище в промысловых и научно-исследовательских уловах представлен достаточно широко, как молодыми особями, так и старшевозрастными более крупными, что в целом говорит о стабильном состоянии

популяции (рис. 3). Длина судака в уловах колебалась от 18 до 80 см, составляя в среднем 40,1 см. Особи длиной 80 см встречались единично. Наиболее многочисленными были рыбы длиной от 34 до 42 см (61,3%), особи промысловых размеров (40 и более см) в уловах составляли более 44%.

Весовой состав уловов судака в целом повторяет характеристику размерного состава. Судак в уловах встречается массой от 0,15 до 8,00 кг, в среднем составляя 1,09 кг (рис. 4). Преобладают в уловах рыбы массой от 0,3 до 1,4 кг, составляющие более 73% всех рыб в уловах. Более крупные особи в уловах встречаются заметно меньше, что, по-видимому, объясняется как меньшей их улавливаемостью, так и обитанием в обширной зоне пелагиали, где лов значительно затруднен.

Показатель смертности (Z) судака, полученный путём аппроксимации кривой, исходя из возрастного состава уловов, показал, что он находится на уровне 0,39, и лучше всего описывается уравнением логарифмической функции вида:

$$N_t = 14,3087 \exp^{(-0,39t)}$$

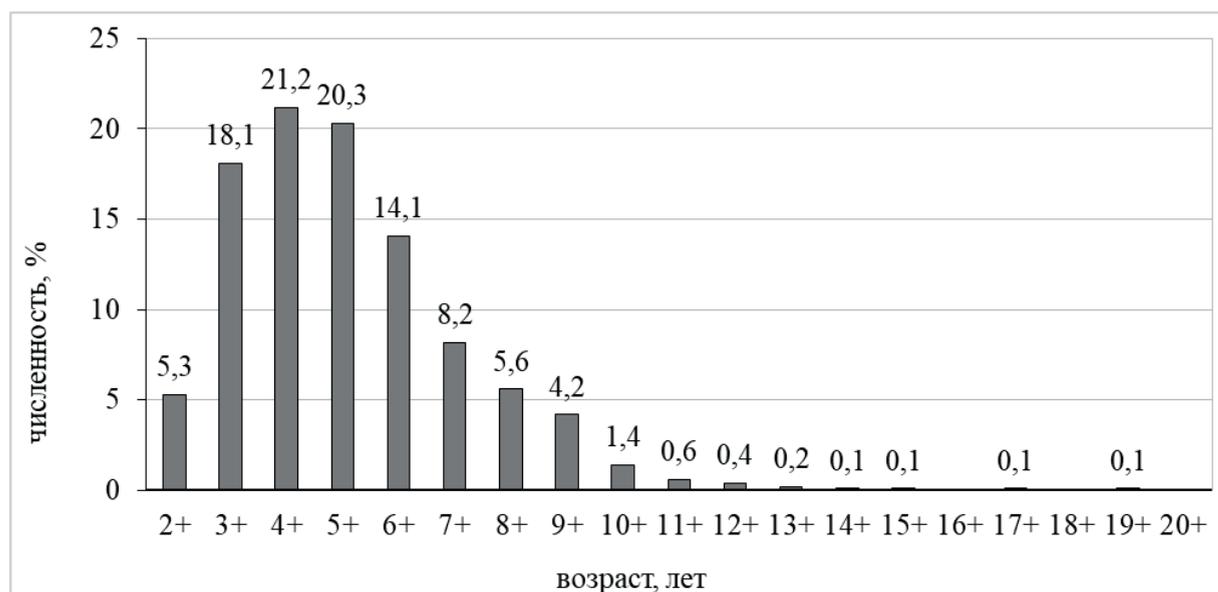


Рис. 2. Возрастной состав уловов судака в Куйбышевском водохранилище в 2017–2021 гг.

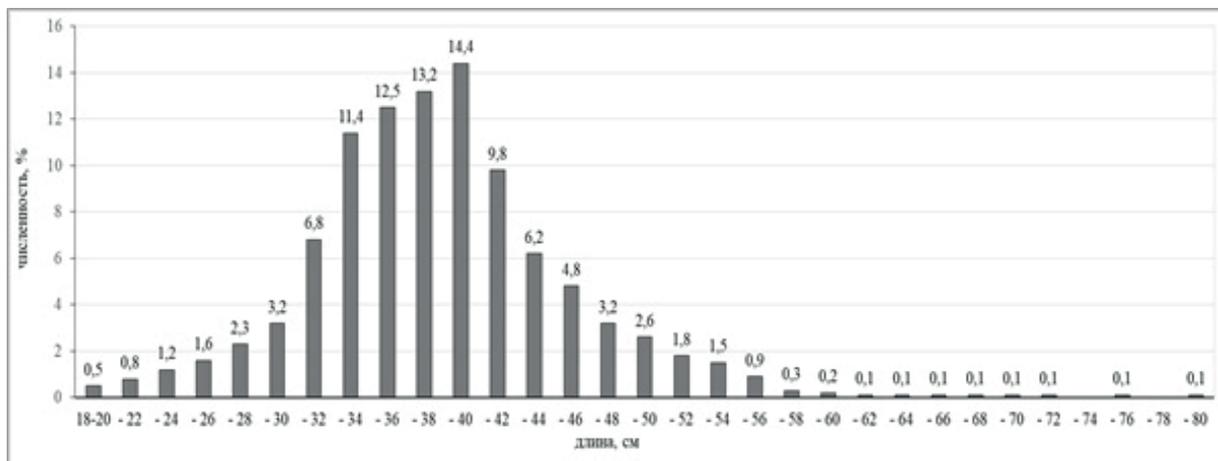


Рис. 3. Размерный состав уловов судака в Куйбышевском водохранилище в 2017–2021 гг.

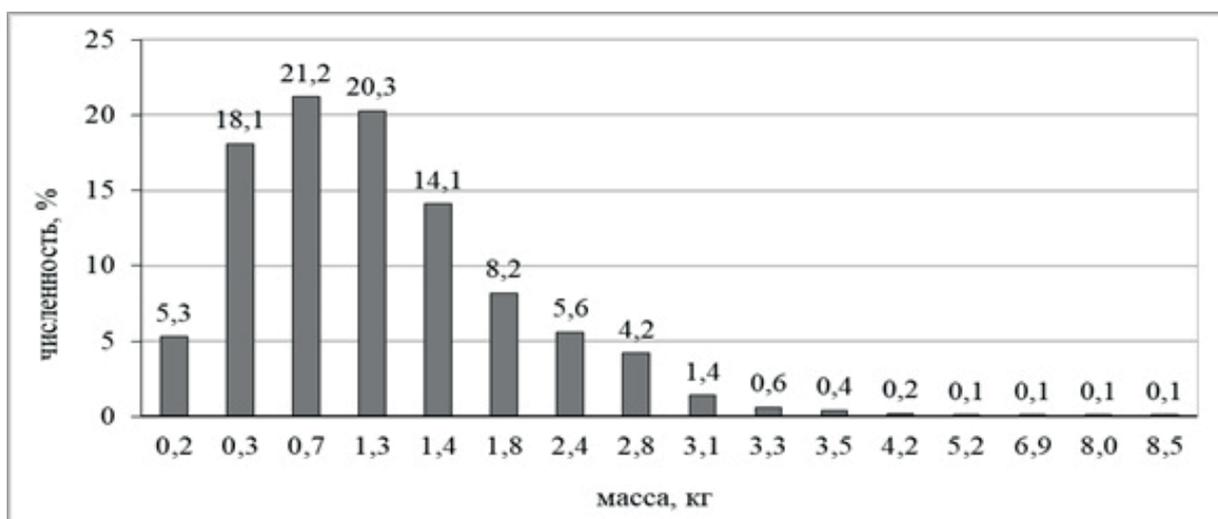


Рис. 4. Состав уловов судака по массе тела в Куйбышевском водохранилище в 2017–2021 гг.

Следовательно, величина смертности ( $Z$ ) показывает ежегодное сокращение стада судака, начиная с 3-х летнего возраста на 39% и при стабильном пополнении промыслового стада и производителей подрыв запасов судака в водоёме не предвидится.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На Средней Волге самцы судака созревали в 5–6-летнем возрасте, самки в 6–7 лет. С созданием Куйбышевского водохранилища и последующим улучшением кормовых условий судака (с проникновением в водохранилище

тотюльки и увеличением численности малоценных видов) половой зрелости он стал достигать в 4–5-летнем возрасте, а небольшая часть её созревала и в трехлетнем возрасте. К 6-ти годам практически все особи становились половозрелыми.

В настоящее время возрастной состав судака в промысловых и научно-исследовательских уловах представлен особями от 2+ до 19+ лет, составляя в среднем 5+. Наиболее многочисленны рыбы от 3+ до 6+ лет, составляющие более 73%. Рыбы старших возрастов 7+ и более составляют более 20%.

Размерный состав рыб в промысловых и научно-исследовательских уловах представлен достаточно широко, как молодыми особями, так и старшевозрастными, длина которых колебалась от 18 до 80 см, составляя в среднем 40,1 см. Особи длиной 80 см встречаются единично. Наиболее многочисленны рыбы длиной от 34 до 42 см (61,3%), особи промысловых размеров (40 и более см) в уловах составляют более 44%.

Весовой состав судака в уловах также представлен широко и повторяет характеристику размерного состава. Масса рыб колеблется от 0,15 до 8,00 кг, составляя в среднем 1,09 кг. Преобладают в уловах рыбы массой от 0,30 до 1,40 кг, составляющие более 73% всех рыб в уловах. Более крупные особи встречаются заметно меньше, что, по-видимому, объясняется как меньшей их улавливаемостью, так и обитанием в обширной зоне пелагиали, где лов значительно затруднен.

Таким образом, после заполнения водохранилища, благодаря высокой экологической пластичности и возможности откладывать икру в широком диапазоне температур, независимо от уровня режима водоёма и нерестового субстрата, стало отмечаться постепенное увеличение численности судака и его биологических показателей, что способствовало достижению в 1985 г. его максимальных уловов в 517 т. С 1993 по 1999 гг. уловы судака были невысоки и колебались от 116 до 138 т, что объясняется организацией промысла, а не состоянием его популяции и запасом. Позже, с появлением нескольких урожайных поколений (Динамика состояния экосистем..., 2020), промысловые запасы судака стали повышаться, что способствовало увеличению его вылова.

С 2000 г. наблюдается тенденция увеличения промысловых запасов суда-

ка с 1182,0 до 3016,0 т и уловов с 83,6 до 390,4 т, что связано с возросшей численностью поколений. Достаточно высокие уловы судака за последние 10–15 лет, учитывая, что орудия лова практически не меняются, и не наблюдается активизация промысла, указывают на стабильность запасов вида в Куйбышевском водохранилище. В настоящее время запасы судака увеличиваются, и при благоприятных условиях естественного воспроизводства эта тенденция может сохраниться.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Анохина О.К., Говорков В.И., Горшков М.А., Ахметзянов Д.Р., Говоркова Л.К.* Современное состояние водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища // Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов и пути их рационального использования: Материалы докл. Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Татарского отд. ГосНИОРХ. Казань, 2016. С. 59–64.

*Анохина О.К., Гончаренко К.С., Говоркова Л.К.* Промыслово-биологическая характеристика, состояние промысловых запасов и допустимые уловы рыб в Куйбышевском водохранилище // Сб. научн. тр. / Гидробиологические и ихтиологические исследования водоёмов Среднего Поволжья. СПб, 2013. Вып. 13. С. 152–176.

*Анохина О.К., Шакирова Ф.М., Валиева Г.Д., Гранин А.В., Садыкова Л.Н.* Состояние популяции судака Нижнекамского водохранилища // Сб. научн. Тр. Татарского отделения «Современное состояние Нижнекамского водохранилища». Казань, Изд-во «Вестфалика». 2018. Вып. 15. С. 103–109.

*Галанин И.Ф., Андреева Т.В., Галанина А.П.* и др. Состояние популяционных показателей судака *Sander lucioperca* верхней части Волжского плёса Куйбышевского водохранилища // Рыбное хоз-во. 2019. № 5. С. 54–58.

*Динамика состояния экосистем и популяций рыб различных экологических групп*

Куйбышевского водохранилища / под редакцией проф. В.З. Латыповой и доц. Ф.М. Шакировой. Казань: Изд-во «АН РТ», 2020. 122 с.

Карневич А.Ф. Внутривидовая изменчивость рыб в процессе акклиматизации // Экология размножения и развития рыб. М.: Наука, 1980. С. 96–111.

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 208 с.

Кузнецов В.А. Внутривидовая дифференциация рыб в условиях зарегулирования стока рек // Экология. 1975. № 4. С. 61–69.

Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1978. 160 с.

Кузнецов В.А. Изменения экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе его формирования // Водные ресурсы. 1997. Т. 24. № 2. С. 228–233.

Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань: Казань-Казань, 2005. 208 с.

Кузнецов В.А., Григорьев В.Н., Галанин И.Ф., Кузнецов В.В. Промыслово-биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* в верхней части Волжского плёса Куйбышевского водохранилища // Изв. Сам. науч. центра РАН. 2012. Т. 14. № 1. С. 1894–1897.

Лукин А.В. Первые годы существования Куйбышевского водохранилища и условия формирования в нём стада промысловых рыб // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ. 1958. Вып. 8. С. 6–32.

Лукин А.В. Состояние запасов и темп роста судака в Куйбышевском водохранилище в первые годы после его полного заполнения // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ. 1960. Вып. 9. С. 243–252.

Лукин А.В. Основные закономерности формирования рыбных запасов Куйбышевского водохранилища и пути к их рациональному использованию // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ. 1964. Вып. 10. С. 3–26.

Махотин Ю.М. Условия нереста и распределение молоди рыб в Куйбышевском водохранилище // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ. 1972. Вып. 12. С. 46–67.

Пахоруков А.М. Изучение распределения рыб в водохранилищах и озёрах. М.: Наука, 1980. 64 с.

Попова О.А. Роль хищных рыб в экосистемах // Изменчивость рыб пресноводных экосистем. М.: Наука, 1979. С. 13–47.

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

Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору личинок и мальков рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 42 с.

Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология. Ярославль: ООО «Филигрань», 2015. 417 с.

Северов Ю.А., Шакирова Ф.М. Состояние естественного воспроизводства основных промысловых видов рыб в Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища в 2010–2015 гг. // Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 85-летию Татарского отделения ГосНИОРХ. 24–29 октября 2016 г. Казань, 2016. С. 941–950.

Терещенко В.Г., Кузнецов В.А., Козловский С.В., Шакирова Ф.М. Оценка состояния экосистем внутренних водоёмов на основе анализа структурного фазового портрета рыбной части сообщества // Уч. зап. Казан. гос. университета. Серия: естеств. науки, 2006. Т. 148. Кн. 1. С. 35–44.

Терещенко В.Г., Шакирова Ф.М., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Анохина О.К. Состояние популяции судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) Куйбышевского водохранилища в начале 21 века // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки, 2020. Т. 162. Кн. 3. С. 445–460. DOI: 10.26907/2542-064X.2020.3

Хузеева Л.М. Судак // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ, 1970. Вып. 11. С. 3–26.

Хузеева Л.М., Гончаренко К.С. Судак // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ, 1972. Вып. 12. С. 114–124.

Хузеева Л.М. Биология и формирование запасов судака Куйбышевского водохранилища в 1963–1971 гг. // Сб. научн. тр. Татарского отд. ФГБНУ «ГосНИОРХ» «Гидробиологические и ихтиологические исследования водоемов Среднего Поволжья». Санкт-Петербург, 2013. Вып. 13. С. 77–151.

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

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Видовой состав ихтиофауны Куйбышевского водохранилища // Вопр. Ихтиологии, 2014. Т. 54. №5. С. 520–532.

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А., Удачин С.А., Валиева Г.Д. 2017. Питание судака (*Sander lucioperca* (L, 1758)) центральной части Куйбышевского водохранилища в разные сезоны года // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 19. № 5 (2). С. 346–354.

Шакирова Ф.М., Анохина О.К., Ахтямова Р.К., Валиева Г.Д. Современное состояние водных биоресурсов Нижнекамского водохранилища и среды их обитания // Сб. научн. Тр. Татарского отделения «Современное состояние Нижнекамского водохранилища». Казань, Изд-во «Вестфалика». 2018. Вып. 15. С. 77–94.

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А., Латыпова В.З., Терещенко В.Г., Степанова Н.Ю. Влияние уровня режима на естественное воспроизводство рыб Куйбышевского водохранилища в 2011–2020 гг. // Российский журнал прикладной экологии. 2021. № 2. С. 23–31. DOI: 10.24852/2411-7374.2021.2.23.31

Яшанин И.И. Наблюдения над биологией судака в Центральном плёсе Куйбышевского водохранилища // Тр. Татарского отд. ГосНИОРХ. 1964. Вып. 10. С. 238–248.

**MODERN COMMERCIAL AND BIOLOGICAL  
CHARACTERISTICS OF ZANDER SANDER  
LUCIOPERCA OF THE KYIBYSHEV RESERVOIR**

© 2022 г. F.M. Shakirova<sup>1</sup>, O.K. Anokhina<sup>1</sup>, A.A. Smirnov<sup>2,3</sup>, G.D. Valieva<sup>1</sup>

*1 – Tatar branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries  
and Oceanography (TatarstanNIRO), Kazan, 420029*

*2 – Russian Federal Research Institute of Fisheries and  
Oceanography (VNIRO), Moscow, 105187*

*3 – North-Eastern State University, Magadan, 685000*

The article presents the research materials of pike perch r. Volga and the Kuibyshev reservoir and noted the changes that have occurred in its population. Prior to the creation of the reservoir in the conditions of the Middle Volga, male zander matured at the age of 5–6 years, females at 6–7 years. In the Kuibyshev reservoir, pike perch becomes sexually mature at the age of 4–5 years, and a small part of it matures at the age of three. In the reservoir, due to ecological plasticity and the ability to lay eggs in a wide temperature range, regardless of the level regime of the reservoir and the spawning substrate, a gradual increase in its biological indicators, abundance and reserves began to be noted. Improving the feeding conditions of zander in the reservoir contributed to earlier puberty, an increase in the absolute fecundity of fish and its abundance in the reservoir. This contributed to an increase in zander catches since 1974, which in 1985 reached a maximum of 517 tons (9,2% of the total fish catch in the reservoir). Sufficiently high catches of zander over the past 10–15 years indicate the stability of its stocks in the Kuibyshev reservoir, which currently tend to increase. The multi-age size-weight composition of zander in the Kuibyshev reservoir is represented by both young and older individuals, and confirms that the population is in good condition.

*Keywords:* Kuibyshev reservoir, zander (*Sander lucioperca*), size, weight, age composition, catches

**НЕРКА *ONCORHYNCHUS NERKA*  
(SALMONIFORMES, SALMONIDAE) МАТЕРИКОВОГО  
ПОБЕРЕЖЬЯ ОХОТСКОГО МОРЯ**

© 2022 г. С.Л. Марченко

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ВНИРО), 105187  
E-mail: slm@vniro.ru*

Поступила в редакцию 01.07.2022 г.

Представлены наиболее полные сведения о сроках миграций, биологических показателях, внутривидовой структуре, естественном воспроизводстве и промысле нерки материкового побережья Охотского моря. Впервые приведена информация о структуре её чешуи и темпе роста.

*Ключевые слова:* нерка, внутривидовая структура, биологические показатели, воспроизводство, промысел.

**ВВЕДЕНИЕ**

Нерка *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792) самый малочисленный промысловый вид тихоокеанских лососей в водных объектах материкового побережья Охотского моря. Наиболее ранняя информация о её распространении в реках региона представлена Н.В. Слюниным (1900).

Первые комплексные рыбохозяйственные исследования нерки материкового побережья Охотского моря были проведены в конце 1920-х–1930-е гг. Они позволили получить сведения о численности, биологических показателях, условиях и местах нереста, а также о внутривидовой структуре нерки в регионе (Розов, 1930, 1931; Голованов, 1931; Талиев, 1932). Несмотря на большой задел, исследования этого вида были прекращены. К ним вернулись в конце 1960-х гг. в (Клоков, 1970; Никулин, 1970, 1975), но в число постоянных объектов рыбохозяйственного мониторинга нерка вошла только в конце 1980-х гг. в свя-

зи с интенсивным развитием лососевой аквакультуры и промысла (Хованский, 1992; Волобуев, Рогатных, 1997, 1998; Хованская и др., 1997; Пузиков, 1998; Путивкин и др., 2000; Волобуев, Марченко, 2004, 2011; Пономарев, 2008; Бачевская и др., 2015; Марченко и др., 2017). Обзор работ, посвящённых различным аспектам биологии вида, представлен в монографии В.В. Волобуева и С.Л. Марченко (2011). Настоящая статья дополняет и расширяет данные, приведённые в монографии.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Основой для настоящей работы стали наблюдения, выполненные автором, а также архивные материалы, накопленные Магаданским и Хабаровским филиалами ФГБНУ «ВНИРО», Охотским филиалом «Главрыбвод», Охотским и Амурским территориальными управлениями Росрыболовства в 1960–2010-е гг.

Молодь нерки в период покатной миграции (май – конец июня – начало

июля) облавливали методом, предложенным А.Я. Таранцом (1939) и модифицированным для проведения работ на гидрологических створах. Орудие лова – мягкая ловушка длиной 2 м, изготовленная из мельничного газа № 7. В озёрах молодь и половозрелых особей нерки ловили мальковым закидным неводом и ставными сетями.

С июня по сентябрь, в период преднерестовых миграций в морском прибрежье и нерестового хода в реках, производителей проходной нерки отлавливали активными (закидные невода) и пассивными (ставные и плавные сети, ставные невода) орудиями лова.

Сбор биологических показателей и регистрирующих возраст структур (чешуи) выполнен в соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями (Clutter, Whitesel, 1956; Правдин, 1966; Инструкция, 1987).

Возраст определен по чешуе, не имевшей признаков повреждения, с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10 (ОАО ЛЗОС, Россия) в проходящем свете при увеличении 7×8. Количество склеритов и ширину годовых зон на чешуе определяли по наибольшему радиусу чешуи. Расстояния измеряли с помощью окуляр-микрометра. Темп роста рассчитан по формуле обратной пропорциональности с учётом длины, при которой у молоди закладывается базальная пластинка – 4 см (Селифонов, 1970).

Сведения о вылове нерки материкового побережья Охотского моря до 2009 г. предоставлены Охотским филиалом ФГБУ «Главрыбвод», после 2009 г. – Охотским и Амурским территориальными управлениями Росрыболовства. Дополнительная информация о встречаемости нерки в водных объектах западного побережья зал. Шелихова, Тауйской и Удской губ, заливов Тугур-

ский и Ульбанский получена в результате опроса рыбаков.

Классификация рек по протяжённости на средние – 10–100 км и крупные – >100 км выполнена по А.И. Чебатарёву (1975).

Описание жизненных стратегий приведено по М.К. Глубоковскому и С.Л. Марченко (Glubokovsky, Marchenko, 2019).

Автор сформировал и заполнил электронные таблицы данными, отражающими промысловую статистику, результаты биологических анализов молоди и производителей нерки. Автор был инициатором расширения сети сезонных наблюдательных пунктов, на которых осуществляли сбор материалов по качественному составу производителей нерки. Сбор полевого материала в реках северного побережья Охотского моря (Гижига, Ола, Тауй) с 1995 по 2014 гг., и последующая камеральная обработка выполнены как автором, так при его непосредственном участии.

Статистическая обработка материалов для настоящей статьи выполнена автором в электронных таблицах MS Excel в соответствии с рекомендациями И.Ф. Правдина (1966) и Г.Ф. Лакина (1980). Расчёты, формирование таблиц и визуализация данных проведены автором в ArcGIS и в MS Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Распространение

Нерка воспроизводится в средних и крупных реках, а также в озёрно-речных системах материкового побережья Охотского моря (рис. 1). Из-за отсутствия регулярных наблюдений нет сведений о её встречаемости в реках п-ова Тайгонос (между р. Парень и р. Авекова), а также на участках побережья от р. Гырбы до р. Эйкан, от р. Алдома

до р. Уда, от р. Уда до р. Тугур, от р. Ульбан до восточной границы южной части материкового побережья Охотского моря.

### **Внутривидовая дифференциация**

В онтогенезе нерка может реализовать проходную и жилую жизненные стратегии. В первом случае для нагула и созревания она совершает миграцию в морские воды, во втором – весь её жизненный цикл проходит в пресных водах.

В водных объектах материкового побережья Охотского моря нерка представлена, главным образом, типично анадромным фенотипом, характерной особенностью которого являются протяжённые (до нескольких тысяч километров) и длительные (до нескольких лет) нагульные миграции в течение морского периода жизни. У нерки региона известен карликовый анадромный фенотип (каюрки), который не совершает протяжённых миграций в морской период жизни и возвращается на нерест в год ската. Рыбы этого фенотипа у нерки крайне редки, и ранее они были описаны в оз. Аччён (Чукотка) (Волобуев, Путивкин, 1998) и в р. Озёрная (Западная Камчатка) (Glubokovsky, Marchenko, 2019).

Жилая нерка известна в озёрах, расположенных в бассейнах рек Ола (оз. Киси), Иня (оз. Хэл-Деги) и Охотá (оз. Б. Уегинское) (Розов, 1931; Никулин, 1970, 1975; Волобуев, Рогатных, 1998; Волобуев, Марченко, 2011; Хаменкова, 2011; Марченко и др., 2017). Она представлена типично резидентным фенотипом, все особи которого ведут пелагический образ жизни и имеют серебристую окраску. Отмечу, что в ходе исследований, выполненных в 2016 г., нерка типично резидентного фенотипа в оз. Киси не обнаружена (Поспехов, Кусенко, 2019).

По локализации нерестилищ нерку разделяют на генеративно реофильную

и генеративно лимнофильную (Смирнов, 1975, 1995; Бугаев, 1978, 1981; Коновалов, 1980; Волобуев, Марченко, 2011; Голубь, 2014). Данные группировки представляют собой обособленные популяционные системы, включающие сезонные расы (формы), образовавшиеся в результате естественного развития внутривидовой структуры нерки (Смирнов, 1975, 1995; Коновалов, 1980).

Кроме того, Д.Н. Талиев (1932) для рек Яма, Сиглан и Ола на основе отличий в локализации нерестилищ, сроках нерестового хода и ската в море, а также биометрических характеристик описал подвид нерки – овеч *O. n. ovetsch*.

### **Типично анадромный фенотип**

#### *Сроки нерестовой миграции*

Проходная нерка заходит в водные объекты материкового побережья Охотского моря с конца мая – начала июня по конец сентября – октябрь. Наиболее ранний её массовый ход наблюдается в реки Гижигинской губы – со второй половины июня по начало июля. Ход нерки в реки Тауйской губы разделён на две части: более мощный – с конца июня по конец июля, менее мощный – с середины августа по начало сентября. В реки Охотского района Хабаровского края (от р. Иня до р. Гырбы) нерка массово мигрирует в основном с середины июля по начало августа (рис. 2). По опросным данным, в реки западного побережья зал. Шелихова (от р. Вилига до р. Хоботá) основная часть производителей нерки заходит в июле.

По срокам нерестового хода нерка, проходящая в водные объекты материкового побережья Охотского моря в конце мая – первой половине июня и с середины июня по конец июля, соответствует весенней (ранней) и летней (поздней) формам камчатской нерки, а



**Рис. 1.** Карта-схема распространения нерки на материковом побережье Охотского моря:  
 1 – Пенжина, 2 – Парень, 3 – Авекова (в том числе, оз. Пылгинское), 4 – Гижига, 5 – Вархалам, 6 – Наяхан (в том числе, оз. Нярка), 7 – Вилига, 8 – Туманы, 9 – Угулан, 10 – Тахтояма, 11 – Иреть, 12 – Хобота, 13 – Яма, 14 – Сиглан, 15 – Кулькуты, 16 – Ола (в том числе озера Мак-Мак, Чека, Киси), 17 – Магаданка, 18 – Армань, 19 – Ойра, Широкая, 20 – Яна, 21 – Тауй, 22 – Мотыклейка, 23 – Быструха, 24 – Иня (в том числе оз. Хэл-Деги), 25 – Ульбея, 26 – Кухтуй, 27 – Охотá (в том числе Уегинские озера), 28 – Урак, 29 – Чильчикан, 30 – Толмот, Чюкинянгра, 31 – Американ, Андыч, 32 – Красная речка, 33 – Улья, 34 – Гырбы, 35 – Эйкан, 36 – Алдома, 37 – Уда, 38 – Тугур, 39 – Ульбан

**Примечание:** штриховкой выделено материковое побережье Охотского моря.

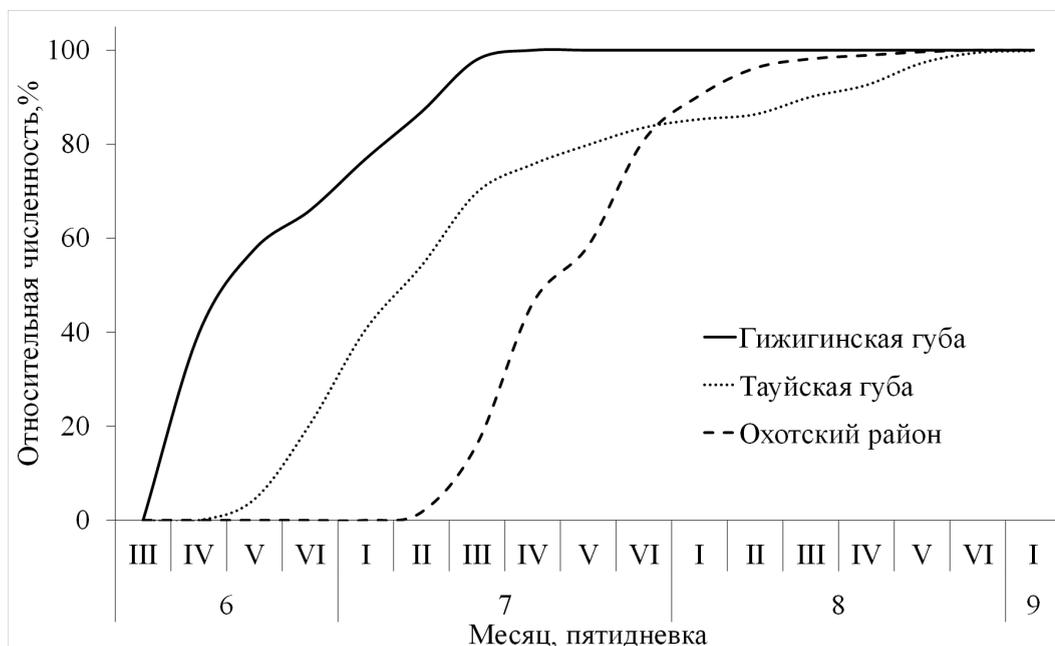


Рис. 2. Сроки массовой нерестовой миграции нерки в водные объекты материкового побережья Охотского моря в 1990-е – 2010-е гг.

рыбы, мигрирующие со второй половины августа по начало сентября и описанные Д.Н. Талиевым (1932) в качестве подвида овец, – осенней форме камчатской нерки (Бугаев, 1995). Из этих темпоральных группировок в регионе наиболее многочисленна летняя, а самая малочисленная – осенняя форма.

#### *Возрастной состав*

Возрастной состав проходной нерки материкового побережья Охотского моря представлен 18-ю группами. В возвратах преобладают особи с 1–2 пресноводными и 2–3 морскими годами жизни (табл. 1).

Варьирование продолжительности пресноводного нагула у молоди нерки связано с соотношением в популяциях рыб реофильного и лимнофильного происхождения, молодь которых скатывается в морское побережье, соответственно, в возрасте 1+ (реже в возрасте 0+ и 2+) и 2+ (реже в возрасте 1+, 3+ и старше) лет (Волобуев, Марченко, 2004).

Причиной разной продолжительности пресноводного периода жизни молоди реофильной и лимнофильной нерки, по-видимому, являются условия нагула. Так, длительный нагул молоди лимнофильной нерки обусловлен высокой плотностью кормовых объектов в озёрах (Крохин, 1967; Крогиус и др., 1987; Вецлер, 2009), а также отсутствием абиотических факторов (например, течение), которые снижают эффективность добычи молодь кормовых объектов. В то же время, речной поток является фактором, побуждающим молодь реофильной нерки к миграции. Он препятствует формированию скоплений кормовых объектов, в том числе, скоплений личинок хирономид, которые являются стартовым кормом для молоди нерки (Симонова, 1972), и снижает эффективность захвата молодь кормовых объектов (Piccolo et al., 2008). Кроме того, речной поток формирует однородный биотоп, практически полностью лишённый укрытий, в которых молодь,

Таблица 1. Возрастной состав проходной нерки материкового побережья Охотского моря, %

Водный объект	Возрастной состав, %*																N, экз		
	0,4+	1,1+	1,2+	1,3+	1,4+	2,0+	2,1+	2,2+	2,3+	2,4+	2,5+	3,1+	3,2+	3,3+	4,1+	4,2+		4,5+	5,2+
р. Авекова, оз. Пылгинское	-	-	3,7	29,6	3,7	-	-	22,2	37,1	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	27
р. Гижига	-	-	12,5	66,7	-	-	8,3	8,3	8,3	-	-	-	-	-	-	-	4,2	-	24
р. Няяхан	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
р. Няяхан, оз. Нерка	-	-	-	3,7	-	-	1,9	90,7	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	54
р. Туманы	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
р. Яма	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
р. Ола	+	0,3	7,4	38,8	0,5	-	1,2	8,7	39,8	0,4	-	0,5	1,4	1,0	-	-	-	-	1295
р. Ола, оз. Киси	-	-	9,4	10,2	-	0,8	1,6	37,8	26,8	-	-	-	7,9	5,5	-	-	-	-	127
р. Ола, р. Ланковая	-	-	11,2	22,2	-	-	3,7	25,9	29,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
р. Армань	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
р. Яна	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	4
р. Тауй	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	10
р. Быструха	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
р. Иня, оз. Хэл-Деги	-	2,0	13,1	2,0	0,7	-	25,5	43,0	1,3	-	-	5,2	7,2	-	-	-	-	-	153
р. Кухтуй	-	-	-	68,0	1,0	-	-	8,0	22,0	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	100
р. Охота	-	-	15,6	62,2	0,4	-	-	4,3	7,9	-	-	2,4	-	0,2	2,0	2,2	-	2,8	494
р. Охота, оз. Большое Уегинское	-	-	13,6	40,9	-	-	1,8	9,1	34,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110

**Примечание:** \* – для р. Авекова (оз. Пылгинское) данные приведены из отчёта Охотскрыбвода (1969), для оз. Большое Уегинское – по О.А. Никулину (1975); знаком «+» обозначены единичные уловы; для р. Ола сведения о наличии рыб в возрасте 0,4+ приведены по Д.Н. Талиеву (1932)

сохраняющая придонный территориальный образ жизни, может добывать корм и скрываться от хищников (Чебанова, 2009), что приводит к нарастанию внутривидовой конкуренции (Кириллова, 2009; Павлов, Савваитова, 2010), способствующей переходу молоди в миграционное состояние. При этом, одна часть сеголеток генеративно реофильной нерки мигрирует на нагул в озёра, которые относительно нерестилищ могут располагаться как выше, так и ниже по течению (Brannon, 1967; Raleigh, 1967; Bodznick, 1978; Бугаев, 1981), где обычно нагуливается около года, другая часть скатывается непосредственно в морское побережье (Бугаев, 1978, 1995, 2011; Бугаев, Карпенко, 1983; Neifetz et al., 1989; Burgner, 1991; Голубь, 2014). Вероятно, миграция в море в первый год жизни сформировалась в период оледенений как адаптация к неблагоприятным условиям в речных системах, лишённых озёрных нагульно-выростных акваторий (Хрусталёва, 2016).

Для материкового побережья Охотского моря до настоящего времени описан только один случай поимки нерки, мигрировавшей в море в возрасте 0+ (Талиев, 1932). Вместе с тем, в других регионах рыбы, скатившиеся в море сеголетками, могут составлять значительную долю в нерестовых подходах. Например, в р. Хатырка (Чукотка) они формируют до 12,9% (Голубь, 2014), а в реках Хайлюля, Ивашка и Дранка (Восточная Камчатка) – 48,2, 72,5 и 80,4% подходов, соответственно (Бугаев, 2011).

#### *Длина и масса тела. Плодовитость*

Длина тела проходной нерки материкового побережья Охотского моря варьирует от 37 до 76 (средняя – 58,9) см, масса тела – от 0,52 до 6,60 (средняя – 2,49) кг. Самцы больше самок и по длине, и по массе тела – 59,8 см

и 2,63 кг против 58,3 см и 2,38 кг, соответственно. В целом, в регионе наиболее крупная нерка воспроизводится в реках бассейна зал. Шелихова, а наименьшими линейно-весовыми показателями характеризуется нерка Охотского района (табл. 2).

Индивидуальная абсолютная плодовитость нерки материкового побережья Охотского моря варьирует в широких пределах – от 944 до 8786 (средняя – 3060) шт. икринок (табл. 4). Её конечную плодовитость определяет длительность пресноводного и морского нагула – у рыб с длительным нагулом в пресных водах средняя плодовитость снижается, а с продолжительным морским периодом жизни, наоборот, увеличивается (табл. 3).

#### *Структура чешуи. Темпы роста*

Чешуя анадромной нерки материкового побережья Охотского моря состоит из 68–90 склеритов. В пресноводный период жизни на чешуе ежегодно закладывается 9–12 склеритов. В морской период жизни в годовых зонах чешуи формируется значительно больше склеритов, чем в пресноводный. Их максимальное количество закладывается в первый морской год жизни – 23–28 склеритов, за второй и третий годы морского нагула – 19–22 и 13–16 склеритов, соответственно. Прирост последнего года состоит из 3–4 склеритов.

Согласно результатам обратного расчисления, в пресных водах молодь нерки за первый, второй и третий годы жизни вырастает до 5,4–7,4, 10,7–11,2 и 12,1–14,2 см, соответственно. Расчётные данные соответствуют результатам прямых наблюдений – из рек материкового побережья Охотского моря молодь нерки в возрасте 1+, 2+ и 3+ скатывается при длине тела 6,0–7,8, 10,2–12,0 и 12,7–18,4 см.

Таблица 2. Биологические показатели проходной нерки материкового побережья Охотского моря

Район	Река	Длина тела по Смиггу, см			Масса тела, кг			ИАП, икр.	Доля самок, %	N, экз.
		самцы	самки	оба пола	самцы	самки	оба пола			
Зал. Шелихова	Авекова	62,8±0,5	56,7±0,7	58,7±0,7	3,39±0,09	2,53±0,08	2,81±0,10	-	66,7	27
		60,0-64,5	50,0-60,5	50,0-64,5	2,90-3,80	1,70-3,00	1,70-3,80			
	Гижига	65,3±0,4	60,6±0,2	62,1±0,3	3,31±0,05	2,64±0,03	2,85±0,04	3453±147	68,1	138
Зал. Шелихова	Наяхан	57,0-71,0	55,0-66,0	55,0-71,0	2,26-4,01	1,66-3,43	1,66-4,01	1380	33,3	3
		68,0±3,5	60,0	65,3±3,2	3,42±0,42	2,55	3,13±0,37			
	Туманы	63,0-73,0	64,4±1,2	63,0-68,5	4,09	3,04±0,21	3,25±0,25	2130±30	80,0	5
Тауйская губа	Яма	76,0	65,5±2,5	69,0±3,3	6,60	3,52±0,45	4,55±0,89	4251±112	66,7	3
		59,6±0,2	62,0-69,0	62,0-76,0	2,88-4,16	2,40±0,01	2,88-6,60	4056-4445	55,5	1448
	Ола	37,0-71,5	48,4-72,0	37,0-72,0	0,52-4,21	0,95-5,31	0,52-5,31	944-7840	60,0	5
Тауйская губа	Армань	58,8±3,7	57,1±0,8	57,7±1,6	1,83	2,23±0,09	2,13±0,11	3586±338	83,3	6
		53,5-64,0	55,0-58,2	53,5-64,0	3,25	2,01-2,35	1,83-2,35	2765-4590	50,0	14
	Яна	66,0	61,8±1,0	62,5±1,0	3,25	2,80±0,17	2,88±0,15	2956±437	74,1	27
Зал. Шельтинга	Тауй	65,2±1,4	59,5±1,3	62,4±1,2	3,45±0,31	2,58±0,26	3,02±0,23	2785±121	48,5	103
		61,0-73,0	53,5-63,5	53,5-73,0	2,52-4,95	1,29-3,43	1,29-4,95	2310-3072	56,0	100
	Быструха	62,6±1,7	59,1±0,7	60,0±0,7	2,72±0,22	2,29±0,09	2,40±0,10	4419±380	59,3	496
Охотский район	Иня	55,0-69,0	53,0-65,0	53,0-69,0	1,73-3,63	1,70-3,27	1,70-3,63	-	57,7	2293
		55,7±0,8	54,0±0,3	54,9±0,5	2,27±0,09	1,91±0,04	2,09±0,05			
	Кухтуй	37,3-62,8	47,3-59,0	37,3-62,8	0,61-3,70	1,25-2,38	0,61-3,70	1102-8786	56,0	100
Общее	Кухтуй	58,7±0,5	56,5±0,4	57,5±0,3	2,48±0,05	2,23±0,05	2,34±0,04	-	59,3	496
		52,5-66,2	49,4-62,3	49,4-66,2	1,82-3,35	1,32-2,92	1,32-3,35			
	Охота	59,0±0,3	56,1±0,2	57,3±0,2	2,72±0,04	2,28±0,02	2,46±0,02	2906±169	57,7	2293
Общее	Охота	50,0-67,6	47,7-69,4	47,7-69,4	1,42-4,00	1,38-3,08	1,38-4,00	1362-7448	57,7	2293
		59,8±0,2	58,3±0,1	58,9±0,1	2,63±0,02	2,38±0,01	2,49±0,01	3060±39	57,7	2293
		37,0-76,0	46,0-72,0	37,0-76,0	0,52-6,60	0,84-5,31	0,52-6,60	944-8786		

Примечание: ИАП – индивидуальная абсолютная плодовитость

**Таблица 3.** Средняя плодовитость проходной нерки материкового побережья Охотского моря с различной продолжительностью периода нагула в пресных и в морских водах, икр.

Река	Длительность нагула, лет			
	1	2	3	4
пресноводный				
Ола	2535	2453	2444	–
Охотá	2972	2792	2485	2431
морской				
Ола	2149	2311	2535	2523
Охотá	2584	2747	2965	–

За первый, второй и третий годы морского нагула длина тела нерки достигает 27,5–36,5, 44,5–54,3 и 58,0–59,9 см, соответственно. Средний прирост длины тела в последний год жизни в море равен 10,9 см.

#### Карликовый анадромный фенотип

Единственный за 60-летний период наблюдений экземпляр нерки карликового анадромного фенотипа (каюрка) на материковом побережье Охотского моря был отловлен в оз. Киси (бассейн р. Ола) 22 августа 2010 г. Это был самец в возрасте 2.0+, с длиной и массой тела 37 см и 0,52 кг, соответственно. Его гонады были на V–VI стадии зрелости.

#### Типично резидентный фенотип

Средняя длина тела нерки типично резидентного фенотипа в озёрах Киси (бассейн р. Ола), Хэл-Деги (бассейн р. Иня) и Б. Уегинское (бассейн р. Охота) равна 21,2 (от 14,0 до 31,8) см, масса тела – 118,7 (от 40 до 340) г. Индивидуальная абсолютная плодовитость варьирует от 130 до 566 (средняя – 329) икр. Самцы созревают в возрасте 2+–4+, самки – 3+–4+ (табл. 4). Морфометрическая характеристика нерки типично резидентного фенотипа оз. Киси представлена в таблице 5.

Индекс наполнения желудков нерки типично жилого фенотипа в оз. Киси в августе 2010 г. варьировал от 1,0 до 76,5 ‰. Рыбы питались икрой нерки, молодью девятииглой колюшки (*Pingitius* sp.), личинками и имаго ручейников (*Trichoptera*), субимаго подёнок (*Ephemeroptera*), имаго хирономид (*Diptera*, *Chironomidae*), а также пауками (*Aranei*) и наземными насекомыми (Хаменкова, 2011). Отмечу, что зрелые особи типично жилого фенотипа нерки в период нереста продолжали питаться.

Нерка типично жилого фенотипа в оз. Киси представлена только самцами, тогда как в озёрах Хэл-Деги и Б. Уегинское – рыбами обоих полов (табл. 4). Считается (Glubokovsky, Marchenko, 2019), что самки тихоокеанских лососей в пресных водах созревают только в том случае, если период оптимальных для нагула молоди температур (3,8–17,0°C (Brett et al., 1969; Симонова, 1972)) превышает полгода. Однако, в соответствии с климатическими условиями в озёрах материкового побережья Охотского моря, период оптимальных для нагула молоди нерки температур должен продолжаться менее полугодия – с конца мая – начала июня по конец октября (Ресурсы, 1969). В таких условиях высокий темп роста рыб в озёрах Б. Уе-

**Таблица 4.** Биологическая характеристика нерки типично резидентного фенотипа материкового побережья Охотского моря

Возраст	Длина тела по Смитту, см.			Масса тела, г			ИАП, икр.	Доля самок, %	N, экз.
	самцы	самки	оба пола	самцы	самки	оба пола			
оз. Киси (бассейн р. Ола)									
2+	$\frac{17,0 \pm 0,4}{14,0-18,4}$	-	$\frac{17,0 \pm 0,4}{14,0-18,4}$	$\frac{51,0 \pm 2,8}{40,0-65,0}$	-	$\frac{51,0 \pm 2,8}{40,0-65,0}$	-	0	11
3+	$\frac{24,3 \pm 1,3}{21,1-31,8}$	-	$\frac{24,3 \pm 1,3}{21,1-31,8}$	$\frac{163,6 \pm 30,7}{100,0-340,0}$	-	$\frac{163,6 \pm 30,7}{100,0-340,0}$	-	0	7
4+	$\frac{30,0 \pm 1,3}{28,7-31,2}$	-	$\frac{30,0 \pm 1,3}{28,7-31,2}$	$\frac{270,0 \pm 30,0}{240,0-300,0}$	-	$\frac{270,0 \pm 30,0}{240,0-300,0}$	-	0	2
Общее	$\frac{20,9 \pm 0,0}{14,0-31,8}$	-	$\frac{20,9 \pm 0,0}{14,0-31,8}$	$\frac{115,5 \pm 0,0}{40,0-340,0}$	-	$\frac{115,5 \pm 0,0}{40,0-340,0}$	-	0	20
оз. Хэл-Деги (бассейн р. Иня)									
2+	$\frac{18,9 \pm 0,2}{17,2-24,7}$	-	$\frac{18,9 \pm 0,2}{17,2-24,7}$	$\frac{75,1 \pm 2,2}{55,0-150,0}$	-	$\frac{75,1 \pm 2,2}{55,0-150,0}$	-	0	47
3+	$\frac{24,6 \pm 0,1}{21,5-26,0}$	$\frac{24,7 \pm 0,3}{23,7-25,6}$	$\frac{24,6 \pm 0,1}{21,5-26,0}$	$\frac{164,5 \pm 2,7}{110,0-210,0}$	$\frac{142,0 \pm 8,6}{120,0-170,0}$	$\frac{162,3 \pm 2,7}{110,0-210,0}$	$\frac{295 \pm 3}{265-326}$	11,5	52
4+	$\frac{24,9 \pm 0,3}{24,0-26,0}$	$\frac{25,2 \pm 0,2}{24,7-25,5}$	$\frac{25,0 \pm 0,2}{24,0-26,0}$	$\frac{181,7 \pm 7,9}{160,0-210,0}$	$\frac{170,0 \pm 10,0}{140,0-180,0}$	$\frac{177,0 \pm 6,2}{140,0-210,0}$	$\frac{351 \pm 12}{130-566}$	40,0	10
Общее	$\frac{21,8 \pm 0,3}{17,2-26,0}$	$\frac{24,8 \pm 0,2}{23,7-25,6}$	$\frac{22,1 \pm 0,3}{17,2-26,0}$	$\frac{122,0 \pm 4,9}{55,0-210,0}$	$\frac{154,4 \pm 7,8}{120,0-180,0}$	$\frac{124,7 \pm 4,6}{55,0-210,0}$	$\frac{329 \pm 7}{130-566}$	9,2	109
оз. Б. Уегинское (бассейн р. Охота)									
2+	$\frac{18,5 \pm 0,2}{16,5-21,5}$	-	$\frac{18,5 \pm 0,2}{16,5-21,5}$	$\frac{74,1 \pm 2,0}{53,7-120,0}$	-	$\frac{74,1 \pm 2,0}{53,7-120,0}$	-	0	42
3+	26	25	$\frac{25,5 \pm 0,5}{25,0-26,0}$	171	180	$\frac{175,5 \pm 4,5}{171,0-180,0}$	-	50,0	2
4+	$\frac{28,1 \pm 0,5}{25,6-31,6}$	31	$\frac{28,4 \pm 0,5}{25,5-31,0}$	$\frac{247,6 \pm 11,9}{217,0-300,0}$	300	$\frac{254,1 \pm 10,6}{217,0-300,0}$	-	12,5	8
Общее	$\frac{20,2 \pm 0,3}{16,6-31,6}$	$\frac{28,0 \pm 0,2}{25,0-31,0}$	$\frac{20,4 \pm 0,3}{16,5-31,6}$	$\frac{102,9 \pm 4,9}{53,7-300,0}$	$\frac{240,0 \pm 60,0}{180,0-300,0}$	$\frac{108,1 \pm 5,3}{53,7-300,0}$	-	3,8	52

**Примечание:** для оз. Б. Уегинское материалы приведены по О.А. Никулину (1970, 1975); над чертой приведена средняя арифметическая и ошибка средней, под чертой – пределы варьирования признака.

гинское и Хэл-Деги, по-видимому, обеспечивают ключи. В местах их разгрузки температурный режим в течение года сохраняется на уровне, оптимальном для питания и роста молоди. В результате молодь нерки в возрасте 2+ в озёрах Б. Уегинское (длина – 18,5 см, масса – 74,10 г) и Хэл-Деги (длина – 18,9 см, масса – 75,10 г) крупнее одновозраст-

ной молоди не только из камчатских озёр Курильское (длина – 9,8 см, масса – 9,65 г) и Дальнее (длина – 18,0 см, масса – 55,13 г) (Никулин, 1970), но и из оз. Киси (длина – 17,8 см, масса – 53,00 г) (табл. 4). Быстрый рост позволяет молоди нерки достичь пороговой массы тела (20 г), после которой она становится способной накапливать астаксантин

**Таблица 5.** Морфометрическая характеристика (средние значения признаков) нерки типично резидентного фенотипа оз. Киси

Признак	Показатель*	
	$M \pm m$	lim
Длина тела по Смитту, см	169,2±8,0	146,0–234,0
Промысловая длина тела, см	159,2±7,7	135,0–221,0
Длина туловища, см	124,6±5,4	114,0–170,0
Жаберных тычинок на первой дуге, шт.	30±1	27–38
В % длины тела по Смитту		
Длина головы	22,1±0,1	21,3–22,6
Наибольшая высота тела	19,7±0,5	15,8–21,0
Наименьшая высота тела	6,5±0,2	5,8–7,5
Антедорсальное расстояние	45,2±0,4	43,5–47,5
Антевентральное расстояние	48,9±0,7	46,3–53,7
Антеанальное расстояние	64,3±1,0	60,5–69,4
Постдорсальное расстояние	40,2±0,5	36,5–41,5
Длина хвостового стебля	16,9±0,3	15,7–19,1
Длина основания спинного плавника	9,7±0,2	8,8–10,7
Наибольшая высота спинного плавника	13,7±0,4	11,3–15,0
Длина основания анального плавника	11,0±0,2	10,2–12,1
Наибольшая высота анального плавника	9,5±0,3	7,8–11,0
Длина грудного плавника	14,1±0,4	12,0–15,7
Длина брюшного плавника	11,0±0,2	9,5–12,0
Расстояние между грудным и брюшным плавниками	28,7±0,9	25,8–35,4
Расстояние между брюшным и анальным плавниками	17,7±0,6	15,2–21,3
В % длины головы		
Длина рыла	7,3±0,9	4,7–11,5
Диаметр глаза (горизонтальный)	4,9±0,2	4,1–5,5
Заглазничный отдел головы	12,0±0,1	11,3–12,4
Высота головы у затылка	15,2±0,2	13,9–16,6
Ширина лба	7,7±0,1	6,9–8,5
Длина верхнечелюстной кости	9,4±0,1	8,6–9,9
Ширина верхнечелюстной кости	1,8±0,1	1,6–2,4
Длина нижней челюсти	14,1±0,2	13,0–14,9
N, рыб	10	

**Примечание:** \*  $M \pm m$  – средняя арифметическая  $\pm$  ошибка средней арифметической, lim – пределы варьирования признака

**Таблица 6.** Средняя масса тела (в граммах) одноразмерных групп молоди нерки типично анадромного и типично резидентного фенотипов из оз. Б. Уегинское в 1930 и 1968 гг. (по Никулину, 1970, с добавлениями)

Годы	Длина тела, см															N, экз.			
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30	31	32
Молодь типично анадромного фенотипа																			
1930	30,0	-	46,6	56,7	73,7	83,4	91,3	100,2	115,4	177,5	-	100,0	-	-	110,0	-	-	-	245
1968	-	-	57,0	66,8	79,0	88,5	110,0	-	-	-	-	-	-	234,0	-	-	-	-	8
Разница, %	-	-	+22,3	+17,8	+7,2	+6,1	+20,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Типично резидентный фенотип																			
1930	-	-	-	-	76,0	90,0	106,7	132,0	149,5	146,7	-	-	-	140,0	-	-	-	-	36
1968	53,7	-	61,7	73,2	85,8	96,0	120,0	-	-	-	180,0	194,0	220,0	243,5	284,0	-	300,0	300,0	52
Разница, %	-	-	-	-	+12,9	+6,7	+12,5	-	-	-	-	-	-	+73,9	-	-	-	-	-

(Яржомбек, 1970), что необходимо для созревания самок. Отмечу, что в работе В.Е. Розова (1931) нет сведений о самках нерки типично резидентного фенотипа в оз. Б. Уегинское, а темпы роста рыб в 1930 г. были ниже, чем в 1968 г. (табл. 6).

**Естественное воспроизводство.  
Экология молоди**

В водных объектах материкового побережья Охотского моря нерка нерестится с конца июля – начала августа до конца октября – ноября (Никулин, 1970, 1975; Волобуев, Рогатных, 1998; Волобуев, Марченко, 2004, 2011; Марченко и др., 2017).

Реофильная нерка воспроизводится на ключевых нерестилищах, расположенных в притоках, протоках и в основном русле рек, а также в притоках озёр при скорости течения до 0,2 м/с. В р. Гижига её нерестилища расположены в русле р. Ахавеем. В середине XX в. в бассейне р. Гижига реофильная нерка нерестились в протоке Нярка. В 1990-е гг. вход в протоку был замыт в паводок и нерестилище было исключено из нерестового фонда. В р. Ола реофильная нерка воспроизводится в притоках и в русле р. Танон (Талиев, 1932; Волобуев, Марченко, 2004).

Лимнофильная нерка для нереста, в основном, занимает прибрежную зону озёр с глубинами от 0,4 до 2,0 м, но часть производителей строит гнёзда на глубине 4–5 м и более. В оз. Киси грунты нерестилищ нерки сложены скальной крошкой. Вода в период нереста нерки имеет слабокислую реакцию (рН 5,7–6,1), что связано со стоком в озеро воды с верховых болот. В оз. Б. Уегинское грунт на нерестилищах нерки каменистый, галечный и галечно-песчаный. В период нереста вода имеет слабощелочную реакцию (рН 6,7–7,2), содержание кислорода – 9,6–10,6 мг/л (Никулин, 1970, 1975; Марченко и др., 2017).

В оз. Киси вода над нерестовыми буграми нерки уже в III декаде августа остывает до 6,8–7,1°C, тогда как в озёрах Хэл-Деги и Б. Уегинское во второй половине сентября температура воды находится на уровне 8,5–9,5 и 8,5–11,6°C, соответственно.

Массовый нерест лимнофильной нерки в водных объектах материкового побережья Охотского моря проходит в августе – первой половине сентября. Резидентные и анадромные особи нерестятся совместно, образуя единую репродуктивную систему. При этом, текущие самцы типично жилого фенотипа появляются на нерестилищах уже в августе, а самки – только в октябре. Более позднее созревание самок, вероятно, связано с тем, что им необходимо накопить больше астаксантина, чем самцам.

Совместный нерест рыб, реализующих жилую и проходную жизненные стратегии, по-видимому, является адаптацией, направленной на повышение эффективности воспроизводства и поддержание общей численности популяций в суровых климатических условиях. Так, в нормальных климатических условиях производители на нерестилищах, главным образом, представлены анадромными рыбами, среди которых зачастую преобладают самки, тогда как в период похолодания климата в 1960-е гг. на нерестилищах оз. Б. Уегинское доминировали резидентные особи.

Лимнофильная и реофильная нерка различается нерестовой окраской. Первая задолго до нереста приобретает характерную для нерки окраску – тёмно-оливковый цвет головы и ярко красный цвет тела. Вторая в период нереста не бывает полностью красного цвета – её брюхо остаётся розовым.

Для нереста нерка всегда занимает участки с выходами ключей (Крохин,

1960), что обеспечивает устойчивый термический режим в эмбрионально-личиночный период. Однако, зимой по мере истощения вод, аккумулированных в бассейнах нерестовых водоёмов, водообмен на нерестилищах снижается. Это отражается не только на транспорте растворенного в воде кислорода, но и на вымывании продуктов метаболизма, в том числе, аммиака. Резистентность к токсину обеспечивает астаксантин (Яржомбек, 1970), аккумуляция которого находится под генетическим контролем (Craig, Foote, 2001).

Среди тихоокеанских лососей нерка накапливает астаксантин в наибольшем объёме, что прослеживается по цвету её мышц и икры, а также по интенсивности нерестовой окраски (Яржомбек, 1970). Последняя у лимнофильной нерки является важным критерием выбора партнёра для нереста (Craig et al., 2005). Такое поведение обеспечивает отбор рыб с высоким содержанием астаксантина, что предопределяет устойчивость потомства к губительному влиянию аммиака в период эмбрионально-личиночного развития в условиях снижения интенсивности водообмена в нерестовых гнёздах.

У реофильной нерки нерестовые гнёзда омывает не только восходящий поток воды разгружающихся ключей, но и горизонтальный поток, создаваемый речным течением. Он усиливает вымывание продуктов метаболизма из нерестовых гнёзд нерки, снижая негативное влияние токсина на формирующееся поколение, что прослеживается по уменьшению роли отбора производителей по нерестовой окраске.

По материалам В.Е. Розова (1931) в период эмбриогенеза гибнет до трети икры уегинской нерки, а по данным О.А. Никулина (1975) смертность развивающейся икры составляет 10%. Первые

личинки при температуре воды 3°C вылупляются после 170 дней инкубации. На смешанное питание молодь переходит не ранее 250 сут. (720 градусодней) (Кузнецов, 1928; Смирнов, 1975).

В оз. Киси молодь лимнофильной нерки поднимается на плав во второй половине мая (Пузиков, 1998), а в прибрежье оз. Б. Уегинское стайки сеголеток (на этапе малька) отмечены в середине июня (Никулин, 1975).

Покатная миграция молодежи нерки из водных объектов материкового побережья Охотского моря в морское побережье начинается в конце мая – начале июня, когда вода в реках и озёрах прогревается до 3,5–4,0°C. Молодь нерки в возрасте 1+ и старше скатывается из рек как в дневные, так и в ночные часы, но избегает стрежневого потока, придерживаясь его периферии. Пик покатной миграции приходится на II–III декады июня. Сроки завершения ската молодежи нерки в море не установлены из-за раннего прекращения наблюдений за покатной молодью.

Продолжительность пребывания молодежи нерки на распреснённых морских акваториях, где завершается процесс смолтификации, имеет прямую положительную связь с её размерами (Варнавский, 1990). Так, сеголетки нерки до смолтификации задерживаются в морском побережье до 5 мес., а молодь в возрасте 1+ и старше мигрирует в открытое море уже через 1–2 мес. (Heifetz et al., 1989).

Молодь нерки с наибольшим темпом роста в пресных водах не скатывается в морское побережье, а реализует резидентную жизненную стратегию (Крохин, 1967; Никулин, 1970, 1975).

#### **Состояние запасов и промысел**

Первая информация о нерке материкового побережья Охотского моря,

как о промысловом объекте, приведена в работе Н.В. Слюнина (1900). По данным И.Ф. Правдина (1940), со второй половины 1920-х до середины 1930-х гг. её вылов варьировал от 35 до 248 тыс. экз., а среднегодовой вылов был на уровне 123,9 тыс. рыб или 1,1% от общего вылова тихоокеанских лососей на побережье.

В 1930-е гг. только в систему Уегинских озёр (бассейн р. Охотá) на нерест проходило свыше 100 тыс. производителей нерки (Правдин, 1940), а их общая численность в реке достигала 1,5 млн рыб. В 1960-е – 1970-е гг. численность подходов нерки резко сократилась. Так, в Уегинские озера в 1966, 1967 и 1968 гг. на нерест прошло около 20, 10 и 0,3 тыс. производителей, соответственно, а в 1969–1971 гг. – не более 5–6 тыс. рыб (Никулин, 1975).

Главной причиной снижения численности подходов нерки на Дальнем Востоке России в 1960-е – 1970-е гг. называют чрезмерный пресс японского морского дрефтерного промысла (Бугаев, 1995). Однако в этот же период снизился уровень подходов всех видов тихоокеанских лососей, и ряд исследователей (Костарев, 1970, 1973; Волобуев, Марченко, 2011), предположили, что причиной сокращения запаса лососей материкового побережья Охотского моря стало ухудшение условий в эмбрионально-личиночный период вследствие похолодания климата. Вероятно, оба фактора оказали негативное влияние на численность нерки в водных объектах региона, т.к. восстановление её запасов последовало вскоре после ограничения морского дрефтерного промысла (Куклина, 2017) и на фоне потепления климата (Шкаберда, Василевская, 2013; Kennedy et al., 2019).

После депрессии численности 1960-х – 1970-х гг. данные о вылове нерки появились в 1980 г., но ежегодно

они стали поступать с 1990 г. До 2016 г. официальный вылов охотской нерки не превышал 150 т. Наибольшие её уловы были в 2016–2021 гг., с максимумом в 2021 г. – 479 т (рис. 3).

В промысловой статистике Магаданской области (без Чукотского автономного округа, который входил в её состав до 1992 г.) нерка появилась в середине 1980-х гг. (рис. 3). До 2001 г. её добывали только в Тауйской губе (морское побережье, реки Ола, Армань, Широкая, Яна, Тауй) при осуществлении любительского рыболовства, рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, а также рыболовства в целях воспроизводства.

С 2001 г. с организации мною научно-исследовательских и контрольных работ в реках Авекова и Гижига сведения о вылове нерки стали поступать из зал. Шелихова (в границах Магаданской области). В 2019 г. мною были созданы условия для открытия промышленного лова нерки в зал. Шелихова (бух. Дресвяная, реки Авекова и Вархалам).

Небольшие запасы нерки есть в реках западного побережья зал. Шелихова и в восточной части Тауйской губы. Однако, из-за особенностей организации лососевого промысла в Магаданской области, промышленное рыболовство до настоящего времени их не осваивает.

С 1985 по 2018 гг. вылов магаданской нерки, как правило, варьировал от 0,03 до 1,57 т. Исключением был 1990 г., когда в ходе любительского рыболовства добыли 9,00 т нерки. В 2019 г. вылов магаданской нерки достиг 6,26 т, а в 2020 и 2021 гг. составил 12,32 и 9,71 т, соответственно (рис. 3).

### ВЫВОДЫ

В водных объектах материкового побережья Охотского моря нерка широко распространённый, но относительно

малочисленный компонент ихтиофауны. В 2010-х гг. отмечен отмечается рост численности вида в регионе.

Основу подходов в регионе формирует реофильная нерка, которая представлена рыбами типично анадромного фенотипа. Лимнофильная нерка известна для ограниченного количества озерно-речных систем – Авекова, Наяхан, Ола, Иня, Охота. Она представлена рыбами, реализующими как проходную, так и жилую жизненные стратегии. Проходная форма представлена как типично анадромным, так и карликовым анадромным фенотипами, а жилая форма – только типично резидентным фенотипом.

Проходная нерка заходит в водные объекты материкового побережья Охотского моря с конца мая – начала июня по конец сентября – октябрь. По срокам и динамике хода её темпоральная структура представлена единицами, аналогичными весенней (ранней), летней (поздней) и осенней формам камчатской нерки.

Возрастной состав нерки типично анадромного фенотипа включает 18 групп. В подходах доминируют рыбы, прожившие 1–2 года в пресной воде и 2–3 года в море. Средние показатели длины и массы нерки равны 58,9 см и 2,49 кг, соответственно. Средняя плодовитость – 3060 икр. За время жизни на чешуе нерки закладывается от 68 до 90 склеритов, а наибольшее их количество формируется в морской период жизни.

Нерка типично резидентного фенотипа созревает в возрасте от 2+ до 4+ лет. Средние значения её длины и массы тела равны, соответственно, 21,2 и 118,7 г. Средняя плодовитость – 329 икр. Жилые самки известны только для популяций из озёр Хэл-Деги и Б. Уегинское, в которых молодь нерки характеризуется высоким темпом роста. Жилые

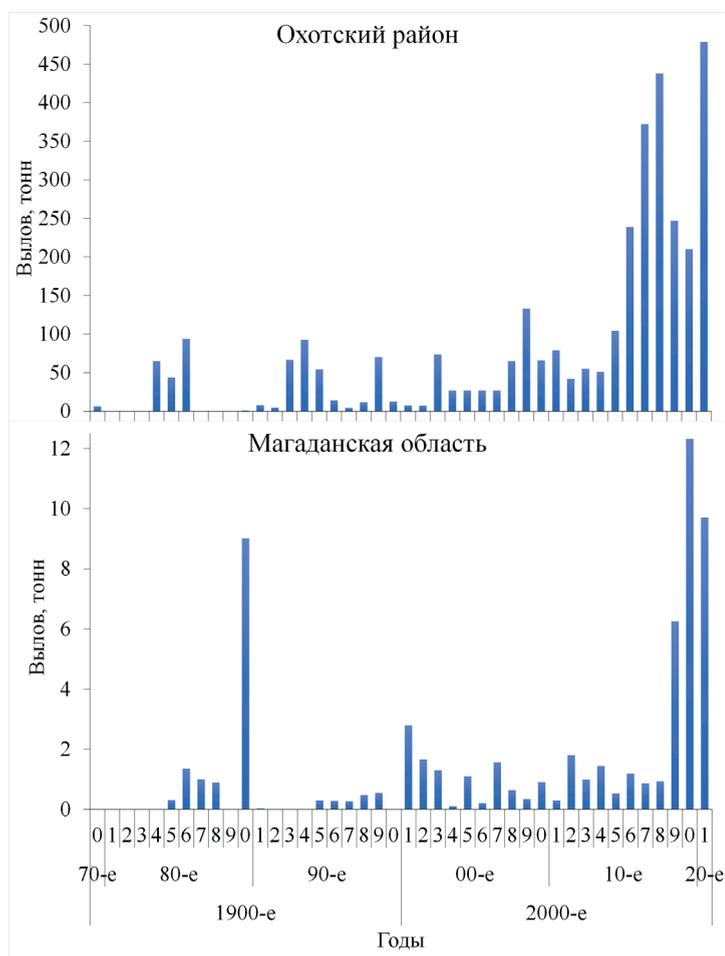


Рис. 3. Динамика вылова нерки материкового побережья Охотского моря.

и проходные рыбы формируют единую репродуктивную систему.

Молодь нерки мигрирует в море с конца мая в возрасте 1+ лет и старше при длине тела не менее 5 см. Пик миграции приходится на II–III декады июня.

Наибольшей численности на материковом побережье Охотского моря нерка достигает в Охотском районе, а основной её промысел ведут в р. Охотá. В северной части побережья нерку добывают в реках Авекова, Гижига, Вархалам, в центральной части – в р. Ола.

#### БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор выражает свою искреннюю благодарность сотрудникам Магаданского и Хабаровского филиалов ФГБНУ

«ВНИРО», Охотского филиала ФГБУ «Главрыбвод», Охотского и Амурского территориальных управлений Росрыболовства, Института биологических проблем Севера ДВО РАН, участвовавшим в сборе материалов по нерке материкового побережья Охотского моря, а также за представление данных для настоящей работы.

Автор выражает глубокую признательность Е.А. Кирилловой (КамчатНИРО, ИПЭЭ РАН) за ценные советы и замечания в процессе работы над статьёй.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бачевская Л.Т., Переверзева В.В., Иванова Г.Д., Пильганчук О.А., Агапова Г.А., Шпи-

гальская Н.Ю. Генетическое разнообразие нерки (*Oncorhynchus nerka*) из некоторых рек восточной Камчатки и материкового побережья Охотского моря по данным полиморфизма гена цитохрома b митохондриальной ДНК // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. Вып. 38. С. 49–56.

Бугаев В.Ф. К экологии пресноводного периода жизни и дифференциации популяций нерки бассейна реки Камчатки // Биол. лососевых: Тез. докл. Международн. четырёхстороннего совещ. (СССР, США, Канада, Япония) Южно-Сахалинск, октябрь 1978 г.). Владивосток: ТИНРО, 1978. С. 35–36.

Бугаев В.Ф. О молодежи генеративно-репродуктивной формы нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), мигрирующей в озеро Азабачье из притоков реки Камчатка // Вопр. ихтиологии. 1981. Т. 21. Вып. 5. С. 800–808.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос, 1995. 464 с.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка-2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад нерки в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2011. 380 с.

Бугаев В.Ф., Карпенко В.И. Некоторые данные о скате и питании сеголеток нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) (Salmonidae) в устье реки Камчатки // Вопр. ихтиологии. 1983. Т. 23. Вып. 6. С. 1031–1034.

Варнавский В.С. Смолтификация лососевых. Владивосток: ДВО РАН, 1990. 180 с.

Вецлер Н.М. Структурные особенности и динамика зоопланктонного сообщества в пелагиали озера Дальнее (Камчатка). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок: ИБВВ РАН, 2009. 25 с.

Волобуев В.В., Марченко С.Л. Нерка – *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря // Сб. научных трудов МагаданНИРО. 2004. Вып. 2. С. 259–273.

Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. 303 с.

Волобуев В.В., Путивкин С.В. Экологическая структура популяций нерки Северо-Востока Азии // Тез. докл. конфер. Биологическое разнообразие животных Сибири. Изд-во Томского университета, 1998. С. 126–127.

Волобуев В.В., Рогатных А.Ю. Условия воспроизводства лососей рода *Oncorhynchus* материкового побережья Охотского моря // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37. № 5. С. 612–618.

Волобуев В.В., Рогатных А.Ю. Экология и видовой состав рыб озерно-речной системы Хэл-Деги (континентальное побережье Охотского моря) // Тез. докл. конфер.: Биологическое разнообразие животных Сибири. Изд-во Томского университета, 1998. С. 125–130.

Голованов Ф.Ф. Рыболовство и характеристика рек Охоты и Кухтуй. ТИНРО. 1931. 55 с.

Голубь Е.В. Возрастной состав чукотской нерки // Известия ТИНРО. 2014. Т. 179. С. 10–31.

Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и станциях ТИНРО. 1987. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1987. 24 с.

Кириллова Е.А. Покатная миграция молодежи кижуча *Oncorhynchus kisutch* (закономерности и механизмы). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2009. 22 с.

Клоков В.К. К вопросу о динамике численности нерестовых стад лососей на Северном побережье Охотского моря // Известия ТИНРО. 1970. Т. 71. С. 169–177.

Коновалов С.М. Популяционная биология тихоокеанских лососей. Л.: Наука, 1980. 237 с.

Костарев В.Л. Колебания выживаемости охотской кеты // Известия ТИНРО. 1970. Т. 71. С. 109–121.

- Костарев В.Л. Колебания выживаемости охотской горбуши // Известия ТИНРО. 1973. Т. 86. С. 101–105.
- Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Меншуткин В.В. Тихоокеанский лосось – нерка в экосистеме озера Дальнего (Камчатка). Л.: Наука, 1987. 198 с.
- Крохин Е.М. Нерестилища красной *Oncorhynchus nerka* Walb. (Очерк геоморфологии, температурного режима и гидрохимии) // Вопр. ихтиологии. 1960. Т. 16. С. 89–110.
- Крохин Е.М. Материалы к познанию карликовой красной *Oncorhynchus nerka* Walb. в Дальнем озере (Камчатка) // Вопр. ихтиологии. 1967. Т. 7. Вып. 3(44). С. 433–445.
- Кузнецов И.И. Некоторые наблюдения за размножением амурских и камчатских лососей // Известия ТОНС. 1928. Т. 2. Вып. 3. 196 с.
- Куклина А.С. Японский дрейфтерный промысел на Дальнем Востоке и российско-японские отношения в сфере рыболовства // Известия Иркутского государственного университета. Серия: История. 2017. Т. 19. С. 101–113.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 294 с.
- Марченко С.Л., Голованов И.С., Хованская Л.Л., Кащенко Е.В., Сачков М.М. Жилая нерка озера Киси (реки Ола) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.). Ч. I. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. С. 154–156.
- Никулин О.А. О связи между снижением абсолютной численности красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) и увеличением относительной численности карликов среди нагуливающейся молоди в оз. Уегинском (Охотский район) // Известия ТИНРО. 1970. Т. 71. С. 205–215.
- Никулин О.А. Воспроизводство красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) в бассейне р. Охоты // Труды ВНИРО. 1975. Т. 106. С. 97–105.
- Отчёт отряда экспедиции по рыбохозяйственному обследованию р. Авекова и ее притоков. 1969. Магадан. Архив ФГУ «Охотскрыбвод». Инв. № 187. 58 с.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А. Внутривидовая структура рыб. Анадромия и резидентность у лососевых рыб // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г.В. Никольского). М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. С. 33–61.
- Поспехов В.В., Кусенко К.В. Нематоды рода *Philoneta* (Philonemidae) от нерки и кунджи озера Киси (бассейн р. Ола, Охотское море) // Известия ТИНРО. 2019. Т. 197. С. 194–207. Doi:10.26428/1606-9919-2019-197-194-207.
- Правдин И.Ф. Обзор исследований дальневосточных лососей // Известия ТИНРО. 1940. Т. 18. 107 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1966. 376 с.
- Пузилов П.И. Нерка североохотоморского побережья и методы формирования её заводских популяций // Тез. докл. регион. научн. конфер. Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения. Магадан. Т. 1. 1998. С. 104–105.
- Путивкин С.В., Голованов И.С., Марченко С.Л., Волобуев В.В., Рогатных А.Ю., Таболин А.П. Состояние запасов, биология и промысел тихоокеанских лососей на материковом побережье Охотского моря. Депонированная рукопись. 2000. № 1233-В 2001. 147 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 19. Северо-Восток / Куприянов В.В. (ред.). Л.: Гидрометеиздат, 1969. 284 с.
- Розов В.Е. Классификации нерестилищ лососей рр. Охоты и Кухтуя. ТИНРО. 1930. 88 с.
- Розов В.Е. Отчёт о работах в Охотском районе в 1929 и 1930 гг. ТИНРО. 1931. 86 с.
- Селифоносов М.М. Вопросы роста молоди красной оз. Курильского // Известия ТИНРО. 1970. Т. 78. С. 33–41.
- Симонова Н.А. Об эффективности нереста красной (*Oncorhynchus nerka* Walb.) на

ключевых нерестилищах озера Азабачьего // Известия ТИНРО. 1972. Т. 82. С. 143–151.

Слюнин Н.В. Охотско-Камчатский край: Естественно-историческое описание: В 2-х т., с картой / Сост. д-р Н.В. Слюнин. СПб.: Изд. М-ва фин. Типография А.С. Суворина, 1900. Т. 1. – Х+689 с.: III С. ил.; 32 л. ил. Т. 2. Приложения. 66 с.: карт.

Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ, 1975. 334 с.

Смирнов А.И. Зависимость численности лососей от особенностей экологии размножения и онтогенеза // Рыбн. хозяйство. 1995. № 5. С. 46–48.

Талиев Д.Н. Новая форма лосося из р. *Oncorhynchus* // Докл. Акад. Наук СССР. 1932. Сер. А. № 14. С. 346–351.

Таранец А.Я. 1939. Исследования нерестилищ кеты и горбуши в р. Иске // Рыбное хозяйство. № 12. С. 1–4.

Хаменкова Е.В. Трофические взаимоотношения рыб оз. Киси бассейна реки Ола (Магаданская область) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2011. Вып. 5. С. 563–570.

Хованская Л.Л., Пузиков П.И., Хованский И.Е. Использование естественных выростных прудов для выращивания и зимовки молоди нерки // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.). М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С.323.

Хованский И.Е. Физиологические и функциональные аспекты улучшения качества молоди тихоокеанских лососей, выращиваемой на рыбоводных заводах Магаданской области // Автореф. канд. дис. ... канд. биол. наук. СПб. 1992. 20 с.

Хрусталева А.М. Филогеография азиатской нерки *Oncorhynchus nerka* по данным изменчивости митохондриальных локусов ОНП: анализ сценариев послеледникового расселения вида на азиатском побережье Тихого океана // Известия ТИНРО. 2016. Т. 186. С. 93–106.

Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 172 с.

Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). Л.: Гидрометеиздат, 1975. 544 с.

Шкаберда О.А., Василевская Л.Н. Оценка изменений температуры воздуха на Камчатке за последние 60 лет // Вестник ДВО РАН. 2013. № 3. С. 69–77.

Яржомбек А.А. Каротиноиды лососевых и их связь с воспроизводством этих рыб // Тр. ВНИРО. 1970. Т. 69. С. 234–267.

Bodznick D. Water source preference and lakeward migration of sockeye salmon fry (*Oncorhynchus nerka*) // J. Comp. Physiol. 1978. V. 127. P. 139–146. Doi:10.1007/BF01352298.

Brannon E.L. Genetic control of migrating behavior of newly emerged sockeye salmon fry // International Pacific Salmon Fisheries Commission Progress. 1967. Report 16. 35 p.

Brett J.R., Shelbourn J.E., Shoop C.T. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size // J. Fish. Res. Bd. Can. 1969. V. 26(9). P. 2363–2394.

Burgner R.L. Life history of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Pacific Salmon Life Histories. Groot C., Margolis L. (eds.). Vancouver. B.C.: UBC Press, 1991. P. 1–119.

Clutter R.I., Whitesel L.E. Collection and interpretation of sockeye salmon scales // Int. Pacific Salmon Fish. 1956. Comm. 9. 159 p.

Craig J.K., Foote C.J. Counter gradient variation and secondary sexual color: phenotypic convergence promotes genetic divergence in carotenoid use between sympatric anadromous and nonanadromous morphs of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Evolution. 2001. V. 55. P. 380–391. Doi:10.1111/j.0014-3820.2001.tb01301.x.

Craig J.K., Foote C.J., Wood C.C. Counter gradient variation in carotenoid use between sympatric morphs of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) exposes non-anadromous hybrids in the wild by their mismatched spawning colour // Biological Journal of the Linnean Society. 2005. V. 84. P. 287–305. Doi:10.1111/j.1095-8312.2005.00430.x.

*Glubokovsky M.K., Marchenko S.L.* On the issue of life strategy formation in Pacific Salmon of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) // *J. Ichthyol.* 2019. V. 59. № 4. P. 516–526. Doi:10.1134/S0032945219040040.

*Heifetz J., Johnson S.W., Koski K.V. Murphy M.L.* Migration timing, size, and salinity tolerance of seatype sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in an Alaska estuary // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1989. V. 46. № 4. P.633–637. Doi:10.1139/f89-080.

*Kennedy J.J., Rayner N.A., Atkinson C.P., Killick R.E.* An ensemble data set of sea surface temperature change from 1850: the Met Office

Hadley Centre HadSST.4.0.0.0 data set // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres.* 2019. V 124. Doi:10.1029/2018JD029867.

*Piccolo J.J., Hughes N.F., Bryant M.D.* Water velocity influences prey detection and capture by drift-feeding juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead (*Oncorhynchus mykiss irideus*) // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2008. V 65. P. 266–275. Doi:10.1139/f07-172.

*Raleigh R.F.* Genetic control in the lakeward migrations of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) fry // *J. Fish. Res. Bd. Can.* 1967. V. 24. № 12. P. 2613–2622. Doi:10.1139/f67-209.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

**SOCKEYE SALMON *ONCORHYNCHUS NERKA*  
(SALMONIFORMES, SALMONIDAE) OF CONTINENTAL  
COAST OF THE SEA OF OKHOTSK**

© 2022 y. **S.L. Marchenko**

*Russian Federal Research Institute of Fisheries  
and Oceanography (VNIRO), Moscow, 105187*

Summary the latest and the most complete data about the distribution of sockeye salmon in the rivers of the continental coast of the Sea of Okhotsk, its intraspecific structure and age composition are presented in the article, data on scale structure and growth rate are quoted for the first time.

*Keywords:* sockeye salmon, intraspecific structure, biological characteristics, reproduction, commercial fishery.

## СОСТОЯНИЕ ГОНАД САМОК АМУРСКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER SCHRENCKII* BRANDT ИЗ РЕКИ АМУР В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ

© 2022 г. В.А. Беляев<sup>1</sup>, К.Е. Фёдоров<sup>2</sup>, А.В. Новосадова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, 105187

<sup>2</sup> – Биологический научно-исследовательский институт  
Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ БиНИИ),  
Санкт-Петербург, Петергоф, 198504  
E-mail: novosadova@vniro.ru

Поступила в редакцию 4.05.2022 г.

В работе приведена биологическая характеристика самок амурского осетра, выловленных в русле р. Амур: показатели длины и массы тела самок, масса и стадии зрелости их гонад, размерно-массовая характеристика ооцитов, показатели индивидуальной абсолютной и относительной плодовитости. Представлены результаты гистологического исследования гонад. Отмечены дегенеративные изменения в строении воспроизводительной системы, снижающие эффективность естественного воспроизводства.

**Ключевые слова:** амурский осётр *Acipenser schrenckii*, русло р. Амур, половозрелые самки, длина, масса, стадии зрелости гонад, плодовитость, ооциты трофоплазматического роста, дегенерация желтковых ооцитов.

### ВВЕДЕНИЕ

Под воздействием антропогенных факторов произошло грандиозное по своим масштабам сокращение ареала и численности всех видов осетровых рыб (Цепкин, Соколов, 1979). Многие из них находятся под угрозой исчезновения.

На территории дальневосточного региона обитают три вида осетровых рыб: калуга *Huso dauricus*, амурский осётр *Acipenser schrenckii* и сахалинский осётр *Acipenser mikadoi*. Наиболее многочисленным из этих трёх видов в уловах всегда был амурский осётр, его вылов которого в 1891 г. был 610 т, что составило 21,2% уловов жилых форм рыб Амура (Крюков, 1894). В настоящее время из-за крайне низкой численности осетровые запрещены к промыслу, однако представляют значительный потенци-

ал как особо ценные виды. Кроме того, в рамках национального проекта по сохранению генофонда осетровых предпринимаются серьёзные усилия по восстановлению запасов осетровых, в том числе и амурского осетра. Для этих целей на рыбоводных предприятиях создаются маточные стада для их искусственного воспроизводства (Хованский, Антипова, 2008; Рачек, Свирский, 2008; Кошелев и др., 2009; Рачек, Амвросов, 2018).

В связи с необходимостью воспроизводства и для оценки состояния популяций амурских осетровых мониторинг состояния их репродуктивной системы приобретает существенное значение.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектами исследования послужили 16 особей амурского осетра *Acipenser*

*schrenckii*, выловленные период с 25 мая по 9 июня 2000 г. в русле р. Амур в районе пос. Нижняя Гавань.

Биологический анализ рыб проводили по общепринятой методике (Правдин, 1966). У рыб измеряли длину от начала рыла до конца хвостовой лопасти (АВ), длину тела по Смитту – от вершины рыла до окончания средних лучей хвостового плавника (АС), определяли массу тела. Стадии зрелости гонад оценивали по шкале, разработанной В.З. Трусовым (1964). Индивидуальную абсолютную плодовитость (ИАП) и индивидуальную относительную плодовитость (ИОП) самок амурского осетра определяли весовым методом.

Выделенные из стромы гонады 50 ооцитов старшей генерации выкладывали в одну линию вплотную на линейке и таким образом определяли средний диаметр одного ооцита. После этого их взвешивали на торсионных весах и рассчитывали средний вес одного ооцита.

Половые железы рыб, пойманных в естественной среде, фиксировали в жидкости Буэна (Ромейс, 1954) и обрабатывали гистологически согласно общепринятым методикам (Микодина и др., 2009). При приготовлении гистологических препаратов для каждой особи получали серийные срезы толщиной 5 мкм и окрашивали их железным гематоксилином по Гейденгайну.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Длина отловленных для исследования рыб варьировала от 124 до 202 см, а масса тела – от 7 до 41 кг (см. таблицу). Все отловленные особи амурского осетра оказались самками, причем только у двух из них гонады находились в III стадии зрелости (ГСИ 8,1 и 15,0%), а у остальных – в IV ст. зрелости (ГСИ от 10,9 до 28,6%, составляя в среднем –  $19,9 \pm 1,6\%$ ). Ооциты у двух самок, с гона-

дами III стадии зрелости априори имели заметно меньшие размеры (2,3–2,4 мм) и массу (7,1–8,5 мг) в сравнении с ооцитами зрелых самок.

Индивидуальная относительная плодовитость составила в среднем  $13,47 \pm 0,94$  и варьировала в пределах от 8,1 до 18,1 икринок на грамм массы тела. Показатель индивидуальной абсолютной плодовитости исследованных нами самок амурского осетра составил в среднем  $280,51 \pm 42,32$  тыс. икринок и варьировал в диапазоне 88,8–644,9 тыс. икринок, что подтверждает опубликованные ранее данные о высокой вариабельности данного признака (Кошелев, 2013).

С увеличением длины и массы самок амурского осетра отмечена тенденция повышения абсолютной плодовитости (рис. 1), это типично для многих видов рыб, в том числе и осетровых (Соколов, 1965; Распопов, Дубинин, 1990; Алимов, Богуцкая, 2003; Шатуновский, 2006).

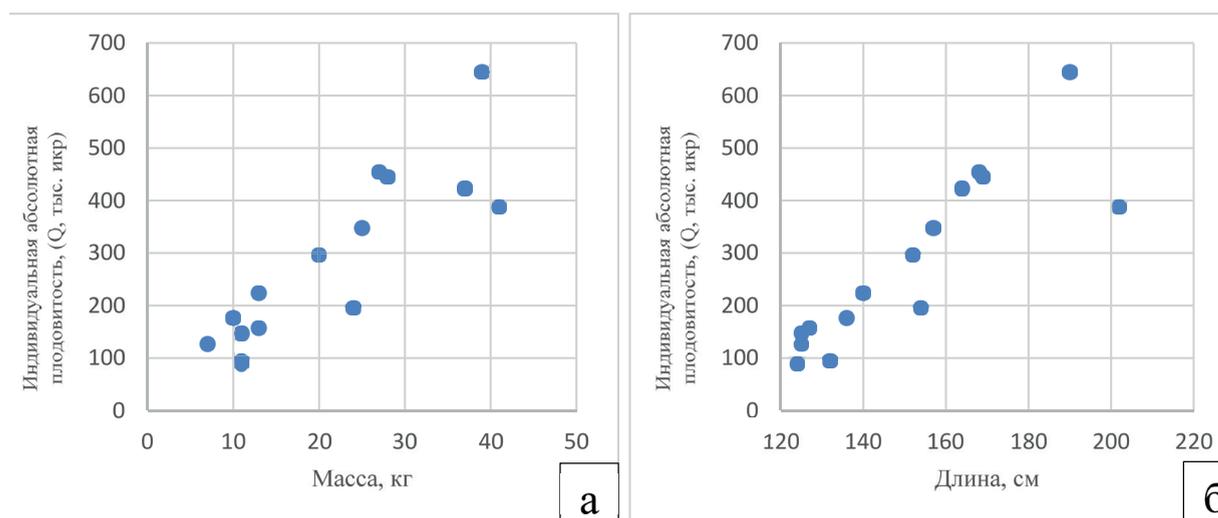
Цитологический анализ ооцитов старшей генерации. У всех самок осетра ооциты старшей генерации были заполнены гранулами желтка, однако в гонадах III ст. зрелости ещё шло интенсивное желтконоакпление (рис. 2а), тогда как в яичниках IV ст. зрелости они находились в фазах завершённого трофоплазматического роста (рис. 2б) или поляризации.

У разных самок близкие к дефинитивным размерам желтковые ооциты мало различались морфологически. Отличия касались, главным образом, степени смещения и формы ядер, а также организации ядрышкового аппарата. На поверхности ооцитов можно было различить пять слоёв покровных оболочек (рис. 2в). Снаружи они были заключены в соединительнотканную оболочку или теку (1–2 мкм), включающую в себя сеть мельчайших кровеносных сосудов. Под ней располагалась уже

**Таблица.** Размеры и продуктивность самок амурского осетра (n=16)

Показатель	Lim: min - max	M±m	Cv, %
Длина АВ, см	124–202	153,13±6,26	16,35
Длина АС, см	108–180	137,81±5,92	17,18
Масса, кг	7–41	22,13±2,94	53,12
Масса гонад, кг	1,2–8,9	3,88±0,62	62,36
ГСИ, % *	10,9–28,6	19,93±1,74	31,47
Средний диаметр ооцитов, мм *	2,8–3,5	3,05±0,06	7,69
Средний вес ооцитов, мг *	13,5–16,6	14,83±0,31	7,80
Индивидуальная абсолютная плодовитость, (Q, тыс. икр) *	88,8–644,9	280,51±42,32	58,43
Индивидуальная относительная плодовитость, (Q/г, икр/г) *	8,1–18,1	13,47±0,94	26,92

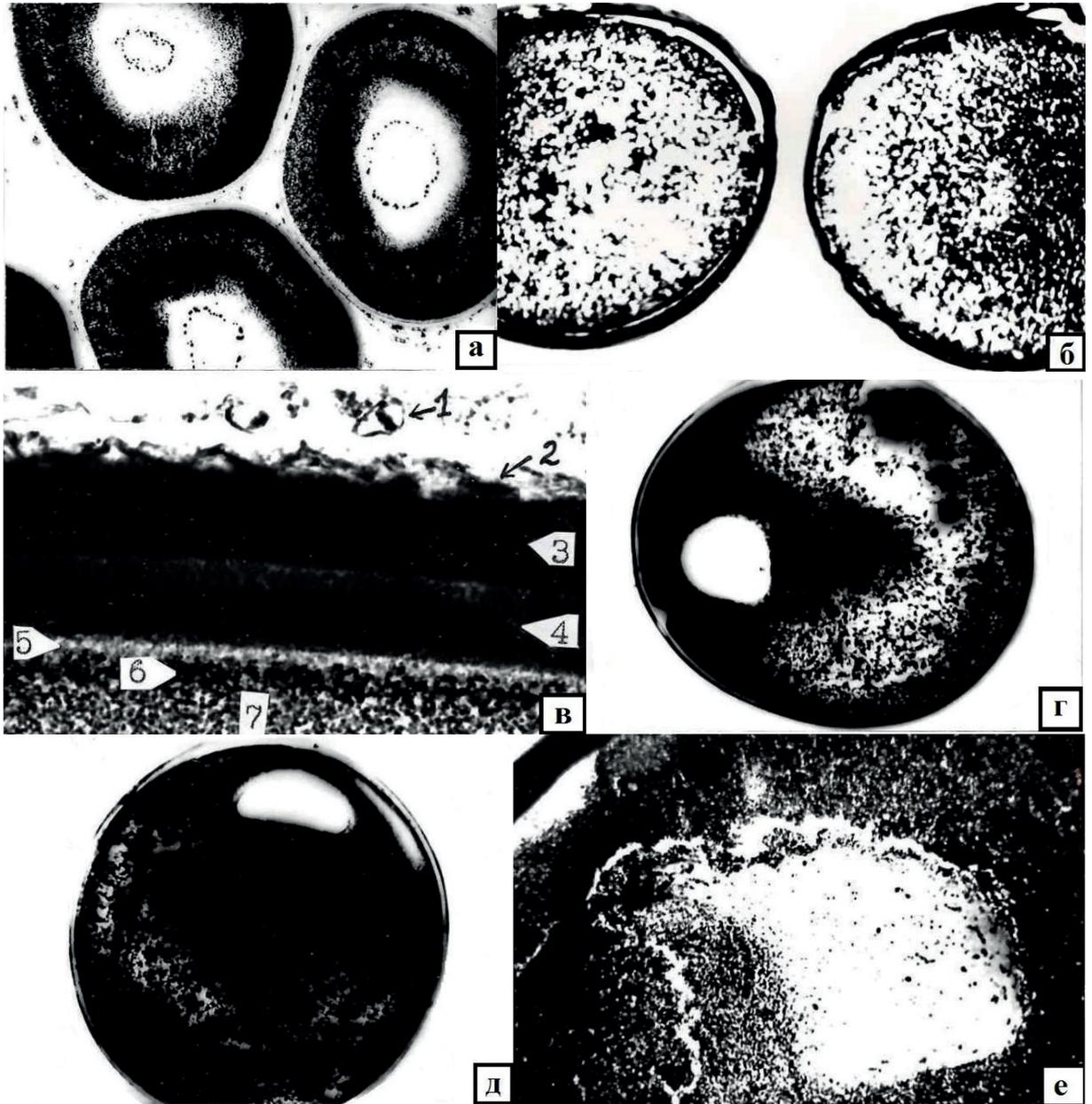
**Примечание** \* – при вычислении этих статистических параметров учитывались показатели самок только с гонадами на IV стадии зрелости (n=14).



**Рис. 1.** Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости самок амурского осетра от массы (а) и длины (б).

уплощенная фолликулярная оболочка – гранулёза (2–4 мкм.). Фолликулярный эпителий покрывал гомогенную по структуре и наиболее мощную из всех студенистую оболочку (35–50 мкм.). Ниже располагалась двухслойная радиальноисчерченная, собственная оболочка ооцитов, чётко разделяющаяся на *zona radiata externa* (25–30 мкм.) и *zona radiata interna* (15–25 мкм.). Наиболее

периферический слой цитоплазмы был заполнен кортикальными альвеолами, содержащих в своём составе осмотически активные полисахаридные соединения, участвующие в формировании перевителлинового пространства яйцеклеток после их оплодотворения. Под слоем кортикальных альвеол располагался слой пигментных гранул, а ещё глубже – мелкие гранулы желтка.



**Рис. 2.** Гистоструктура ооцитов старшей генерации у самок амурского осетра: а – яичник III стадии зрелости, ооциты находятся в фазе интенсивного накопления желтка (ув.  $3,5 \times 10$ ); б – желтковые ооциты имеют дефинитивные размеры (ув.  $3,5 \times 5$ ); в – покровные оболочки близко-го к зрелости ооцита амурского осетра: 1 – тека, 2 – фолликулярная оболочка, 3 – студенистая оболочка, 4 – двухслойная радиальноисчерченная оболочка, 5 – слой кортикальных альвеол, 6 – слой гранул пигмента, 7 – мелкозернистый желток (ув.  $40 \times 10$ ); г – поляризация завершившего вителлогенез ооцита, в ядре не различимы ядрышки и хромосомы (ув.  $3,5 \times 5$ ); д – изменение конфигурации зародышевого пузырька на периферии близко к созреванию ооцита осетра (ув.  $3,5 \times 5$ ); е – начало разрушения кариолеммы и излияния содержимого ядра в цитоплазму на анимальном полюсе ооцита (ув.  $10 \times 10$ ).

Наблюдался выраженный градиент в укрупнении гранул желтка от анимального к вегетативному полюсу ооцита. На начальном этапе миграции (до по-

ловины радиуса клетки) ядро имеет округлую или овальную форму, кариоплазма почти хромофобна, хромосомы и ядрышки не различимы (рис. 2г).

С продвижением к периферии конфигурация ядер меняется. Скопление свободной от желтка цитоплазмы по одну сторону от ядра может вызывать его деформацию. На заключительных этапах поляризации ядро вытягивается вдоль оболочки (рис. 2д). В наиболее развитых ооцитах происходит слияние и укрупнение ядрышек и начинается излияние содержимого ядра в цитоплазму (рис. 2е). Ни у одной из самок осетра не отмечали полного слияния кардио- и цитоплазмы, формирования цитастеров и деления созревания.

У двух самок осетра с гонадами в III ст. зрелости в ооцитах старшей генерации шёл интенсивный вителлогенез, и желточные гранулы ещё не заполняли перинуклеарный слой цитоплазмы (рис. 3а). В отличие от завершивших вителлогенез ооцитов, в ядрах этих клеток имелось множество пристенно расположенных ядрышек, а хромосомы имели вид «ламповых щёток». Фолликулярный эпителий был утолщён (6–10 мкм.), соединительнотканная тека была пронизана сетью утолщённых капилляров (рис. 3б).

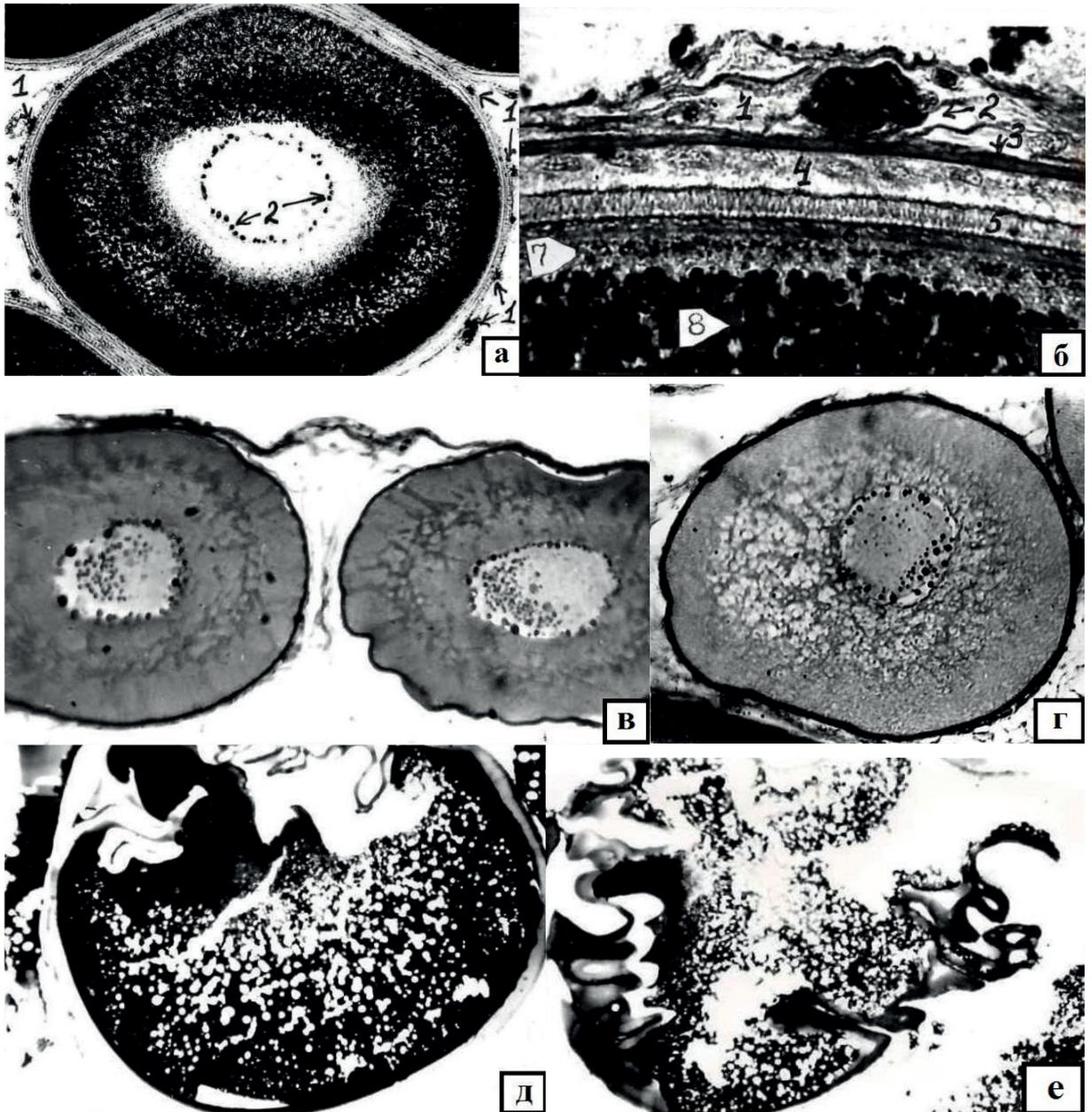
Такое морфофункциональное состояние ядра и оболочек свидетельствовало об активности процессов образования и накопления в цитоплазме ооцита массы экзо- и эндогенного желтка.

Ооциты следующей генерации. В зрелых яичниках осетра следующая (после нерестового фонда) генерация половых клеток была представлена превителлогенными ооцитами. На гистологических препаратах гонад эти клетки встречались очень редко (по 2–3 ооцита). По размерам и строению цитоплазмы их можно было разделить на две группы. В меньших по размеру ооцитах (200–230 мкм.) в среднем и отчасти периферическом слое мелкозер-

нистой и в целом слабо окрашенной цитоплазмы выявлялась характерная ажурная сеть более интенсивно окрашенных нитевидных структур – зон концентрации РНК-содержащих белоксинтезирующих органоидов (рис. 3в). В овальных по форме ядрах клеток (диаметром 70–90 мкм.) более крупные ядрышки располагались вплотную к оболочке, а множество мелких – в толще карิโอплазмы.

В ооцитах диаметром от 250 до 470 мкм. в средних слоях цитоплазмы обнаруживали уже не фрагменты тёмной РНК-содержащей цитоплазмы, а скопления очень мелких вакуолей, иными словами, мы наблюдали начало вакуолизации (рис. 3г).

Дегенерация желтковых ооцитов. Начальные фазы дегенерации значительного количества наполненных желтком ооцитов были обнаружены только у одной самки осетра IV стадии зрелости. Процесс дегенерации сопровождался ослаблением внутриклеточного тургора и образованием глубоких впячиваний покровных оболочек внутри ооцита (рис. 3д). Характерно, что при этом не изменялась ни толщина, ни их взаиморасположение. Вероятно, за счёт излияния содержимого разрушенных кортикальных альвеол происходило частичное оводнение желтка. Это видно из того, что у некоторых ооцитов процесс дегенерации переходил в следующую фазу, в ходе которой нарушалась целостность яйцевых оболочек, и частично гомогенизированное содержимое клеток изливалось наружу, заполняя межклеточное пространство (рис. 3е). На этом этапе происходило также разрушение ядра (зародышевого пузырька): его деформация, деструкция ядрышек, разрыв кариолеммы и объединение кардио- и цитоплазмы. Такой способ элиминации готовых к созреванию ооцитов



**Рис. 3.** Изменения ооцитов амурского осетра: а – яичник III стадии зрелости, ооцит в фазе интенсивного вителлогенеза, хорошо видны увеличенные капилляры соединительнотканной оболочки (1) и многочисленные пристенно расположенные ядрышки (2) в ядре ооцита (ув.  $8\times 7$ ); б – покровные оболочки ооцита, находящегося в состоянии активного желткакопления: 1 – тека фолликула, 2 – увеличенный кровеносный сосуд, 3 – базальная мембрана, 4 – утолщенный фолликулярный эпителий (гранулёза), 5 – zona radiata externa, 6 – zona radiata interna, 7 – зерна пигмента, 8 – гранулы желтка (ув.  $90\times 10$ ); в – ооциты следующей генерации в состоянии цитоплазматического роста. В цитоплазме хорошо видна более темная ажурная сеть богатых РНК зон скопления белоксинтезирующих органоидов клетки. В ядре, кроме более крупных пристеночно расположенных, имеется множество мелких ядрышек (ув.  $20\times 10$ ); г – ооцит цитоплазматического роста в яичнике близкого к зрелости осетра в среднем и перинуклеарном слоях цитоплазмы видно множество мелких вакуолей (ув.  $10\times 10$ ); д – хорошо видно начало образования складчатости оболочек ооцита в области мелкозернистого желтка (ув.  $3,5\times 7$ ); е – тот же яичник, через разорванные оболочки лопнувшего ооцита протоплазма изливается в полость яичника (ув.  $3,5\times 7$ ).

осетра существенно отличается от процесса резорбции ещё не завершивших вителлогенез ооцитов, который, как известно (Фалеева, 1967, 1979) происходит при активном участии фолликулярного эпителия.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, как показал гистологический анализ половых желез, у большинства проходных самок амурского осетра, выловленных в конце мая-начале июня в русле реки Амур в районе пос. Нижняя Гавань, предназначенные к очередному вымету ооциты находились на завершающих этапах вителлогенеза или в состоянии поляризации. Наиболее крупные клетки следующей генерации были близки к завершению цитоплазматического роста.

У двух самок процесс трофоплазматического роста был ещё далёк от завершения: желтковые ооциты были меньше дефинитивного размера, ядра клеток занимали центральное положение, были окружены небольшим слоем свободной от желтка цитоплазмы и содержали некоторое количество ядрышек, фолликулярный эпителий был утолщён, тека – васкуляризована. Хотя они были выловлены одновременно со зрелыми анадромными мигрантами, эти рыбы находились в ином физиологическом состоянии и не могли участвовать в предстоящем нересте, нерест этих рыб мог состояться не раньше осени или на следующий год. Остается неясным, совершали ли они совместно с другими рыбами нерестовую миграцию или находились до этого в реке.

Ещё одна самка не могла реализовать свои репродуктивные функции в полном объёме в связи с разрушением значительной части (а в последующем, вероятно, и всей массы) готовых к вымету ооцитов. В связи с завершением

вителлогенеза и изменением функционального состояния фолликула, дегенерация ооцитов происходила без фагоцитарной активности фолликулярных клеток. Отсутствие подробной информации об условиях, складывающихся по ходу нерестовой миграции производителей и в течение их пребывания на нерестилищах, не позволяет установить точную причину такого нарушения функции половых желез.

При сравнении размерно-возрастных и репродуктивных показателей этой и остальных изучаемых самок амурского осетра, нами отмечено, что диаметр и вес желтковых ооцитов у данной самки были в пределах вариации этих показателей. Относительный вес яичника был наименьшим для гонад IV ст. зрелости (ГСИ=10,9). Это могло быть следствием разрушения значительного числа ооцитов и выведения из яичника попавшей в овариальную полость массы желтка. Данная самка имела наименьшую из всех рыб длину тела (АС=108, АВ=124 см), однако по массе тела не уступала четырём другим производителям. По состоянию яичника этой рыбы трудно судить, является ли она рекрутом или повторно нерестующей особью, поскольку очевидные следы предыдущего нереста отсутствовали. Если эта самка является рекрутом, то нарушения в развитии её гонад, как это нередко бывает у впервые созревающих рыб, может быть связано с её недостаточной физиологической готовностью к реализации репродуктивной функции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г. Закономерности связи плодовитости с массой тела и скоростью роста // Журнал общей биологии. 2003. Т. 64. № 2. С. 112–127.

Кошелев В.Н. Нерестовые миграции амурского осетра *Acipenser schrenckii*. Струк-

тура нерестовой части популяции и состояние гонад слагающих её особей // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53. № 2. С.211–221.

Кошелев В.Н., Евтешина Т.В., Ефимов А.Б., Антипова О.Н. Современное состояние искусственного воспроизводства амурских осетровых и меры по его интенсификации // Вопросы рыболовства. 2009. Т.10. № 3 (39). С. 545–553.

Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае // Записки Приамурского отдела Императорского русского географического общества. СПб, 1894. Т.1. Вып. 1. 87 с.

Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А. и др. Гистология для ихтиологов: Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 112с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Распопов В.М., Дубинин В.И. Плодовитость озимой и яровой рас Волго-Каспийской белуги // Вопр. ихтиологии. 1990. Т. 30. Вып. 2. С. 338–341.

Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю. Оценка производителей амурского осетра *Acipenser schrenckii* из садкового хозяйства в процессе многолетней эксплуатации // Известия ТИНРО. 2018. Т. 192. С. 202–213.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Процесс формирования domestцированных продукционных стад амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt и калуги *Huso dauricus* (Georgi) в тепловодном хозяйстве Приморья // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). Москва.: Столичная типография, 2008. С. 120–149.

Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Иностранная литература, 1954. 648 с.

Соколов Л.И. Созревание и плодовитость сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt реки Лены // Вопросы ихтиологии. 1965. Т. 5. Вып. 1 (34). С. 70–81.

Трусов В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Труды ВНИРО. 1964. Т 56. С. 69–78.

Фалеева Т.И. Биологическое значение и функциональный механизм атрезии овариальных фолликулов у рыб // Обмен веществ и биохимия рыб. М., 1967. С. 59–64.

Фалеева Т.И. Сравнительный и экспериментальный анализ нарушений оогенеза у рыб. Дисс... канд. биол. наук.Л.: ЛГУ, 1979. 268 с.

Хованский И.Е., Антипова О.Н. Искусственное воспроизводство осетровых в Хабаровском крае и Еврейской автономной области: история, современное состояние и перспективы развития // Современное состояние водных биологических ресурсов: Материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. С. 811–817.

Цепкин Е.А., Соколов Л.И. Об изменении ареалов и структуры популяций осетровых южных морей СССР // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. М., 1979. С. 209–216.

Шатуновский М.И. Некоторые закономерности возрастной и географической изменчивости плодовитости у рыб // Известия РАН. 2006. Серия биологическая. № 2. С. 244–247.

**CONDITION OF AMUR STURGEON FEMALE GONADS  
ACIPENSER SCHRENCKII BRANDT FROM AMUR RIVER  
IN CONNECTION WITH EVALUATION OF REPRODUCIBILITY**

© 2022 г. V.A. Belyaev<sup>1</sup>, K.E. Fedorov<sup>2</sup>, A.V. Novosadova<sup>1</sup>

1 – *Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, 105187*

2 – *Sankt-Petersburg State University (PSbSU), Peterhof, 198504*

The work presents the biological characteristics of the females of the Amur sturgeon caught in the Amur River: indicators of the length and body weight of females, the mass and stages of maturity of their gonads, the dimensional mass characteristic of oocytes, indicators of individual absolute and relative fertility. The results of histological examination of gonads are presented. Degenerative changes in the structure of the reproductive system were noted, reducing the effectiveness of natural reproduction.

*Keywords:* Amur sturgeon *Acipenser schrenckii*, Amur river channel, mature females, length, mass, gonadal maturity stages, fertility, trophoplasmic growth oocytes, oocyte degeneration.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ, ОСОБЕННОСТИ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПРОМЫСЛА ТИХООКЕАНСКОЙ  
НАВАГИ (*ELEGINUS GRACILIS*, GADIDAE) ЮГО-  
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ.**

© 2022 г. О.В. Новикова

*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),  
г. Петропавловск-Камчатский, 683000  
E.mail: Novikova.o.v@kamniro.ru*

Поступила в редакцию 23.03.2022 г.

Результаты донных траловых съёмок и модельных оценок свидетельствуют об относительной стабильности запаса наваги в юго-западной части Берингова моря. По модельным расчётам, общий запас наваги в 2020 г. составил 163,8 тыс. т. Анализ снюрреводных уловов показал, что навага образует промысловые концентрации преимущественно в прол. Литке и зал. Корфа. В 2010–2020 гг. общий вылов наваги колебался от 4,3 до 14,5 тыс. т, составив в среднем 8,5 тыс. т. Наиболее результативный снюрреводный лов проводится в сентябре и октябре со средними уловами 9,1 и 11,5 т/сутки, соответственно.

*Ключевые слова:* тихоокеанская навага *Eleginus gracilis*, юго-западная часть Берингова моря, распределение, размерный состав, промысел, запас.

## ВВЕДЕНИЕ

Юго-западная часть Берингова моря, включающая в себя три залива – Озёрный, Карагинский и Олюторский, традиционно является одним из основных районов добычи наваги с 20-х гг. XX в. Здесь её промыслили практически круглый год: летом – снюрреводами, зимой – вентерями. Начало лова наваги вентерями в промышленных целях относится к 1930 г. В больших масштабах этот вид лова стал применяться в пятидесятых годах и наибольшее развитие получил в Карагинском и Олюторском районах (Сорокин, 1970). Объёмы вылова до конца 30-х гг. были невелики. С 1937 г. они начали возрастать, достигнув максимума (8,737 тыс. т) в 1941 г. До начала 60-х гг. вылов наваги, при некоторых колебаниях, не превышал

5,5 тыс. т (1961 г.), составив за этот период в среднем 2 тыс. т. В дальнейшем, вследствие увеличения её промыслового запаса, уловы были на довольно высоком уровне, достигая в некоторые годы 10,7 тыс. т. Ситуация изменилась во второй половине 90-х гг. XX столетия, когда навага добывалась в качестве прилова при тралово-снюрреводном промысле камбал и трески. Среднегодовой вылов в этот период не превышал 2,5 тыс. т. В 2018 г. вылов превысил свой исторический предел 2000-го г. – 11,2 тыс. т (Новикова, 2007), и составил почти 14,5 тыс. т. Высокий уровень промыслового запаса и существенный рост интереса рыбопромышленников к добыче этого вида сырья, способствовали значительному увеличению средних уловов на усилие и вылова в последние годы

(2016–2020 гг.), по сравнению с предыдущей пятилеткой (11,9 т на судосутки и вылов 6,7 т), и составившие, в среднем, 16,2 т на судосутки и вылов 11 т. В связи с этим, весьма актуально на современном этапе проанализировать состояние запасов и статистику вылова наваги, а также определить районы её наибольших промысловых скоплений в юго-западной части Берингова моря.

Цель настоящего исследования – оценить состояние запасов, динамику промысла и распределение наваги, обитающей в юго-западной части Берингова моря. В связи с этим, были поставлены следующие задачи:

- выявить закономерности пространственного и батиметрического распределения её промысловых концентраций;

- описать межгодовую и сезонную изменчивость размерного состава уловов в зависимости от глубины лова;

- обобщить результаты снюрреводного промысла;

- оценить величину и состояние запасов наваги.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Район исследований включает заливы Озёрный, Карагинский и Олюторский от м. Камчатский до м. Олюторский.

Источником сведений о промысле и сезонной изменчивости распределения наваги в течение года являлись материалы отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ) на основе анализа данных судовых суточных донесений (ССД) (Положение..., 1996; Vasilets, 2015) за период с 2010 по 2020 гг., содержащих информацию по 5632 судосуткам снюрреводного лова. В качестве показателя промыслового усилия, использовали улов снюрреводом на судосутки лова судна. Такая оценка промыслового

усилия на снюрреводном лове, является наиболее репрезентативной, поскольку количество промысловых операций (замётов) в течение суток существенно разнится, а в ССД обычно не указывают нерезультативные замёты. Промысел осуществлялся тресково-камбальным снюрреводом на глубинах от 15 до 224 м.

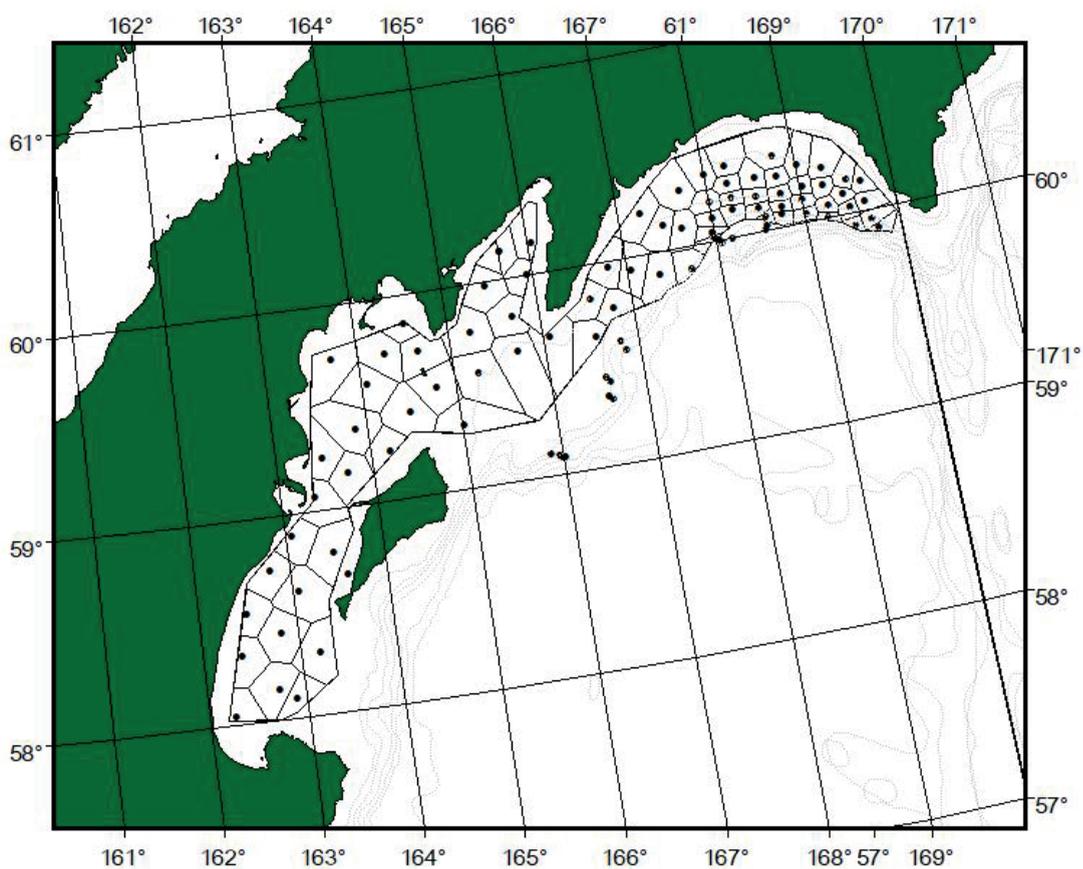
Для биологической характеристики наваги юго-западной части Берингова моря были использованы биостатистические данные, собранные в разные сезоны с 2010 по 2020 гг. во время снюрреводного промысла в количестве 16278 экз. рыб и материалы, полученные во время учётных донных траловых съёмок в 2012, 2016, 2019 и 2020 гг. в количестве 8733 экз. рыб. Возраст рассчитывали путем пересчёта массового промера рыб через размерно-возрастной ключ (Рикер, 1979). Для размерных и возрастных составов наваги рассчитывали средний показатель и ошибку (Лакин, 1990).

Исследования межгодовой динамики плотности распределения, общей численности и биомассы были основаны на материалах, полученных во время учётных донных траловых съёмок. Всего были обработаны результаты 4 съёмок и 287 тралений (табл. 1).

Поскольку параметры выполненных в разные годы съёмок различались, плотность распределения рыб и величину запасов оценивали для стандартизированного выбранного полигона методом зональных средних (Аксютина, 1968), предварительно разбив его на полигоны Тиссена (Thiessen). Для построения карт распределения и полигонов Тиссена использовали программу ArcView Gis 3.3 (рис. 1). Подробно алгоритм расчётов описан в работе А.И. Варкентина с соавторами (2019). Коэффициент уловистости принимали равным 0,4.

**Таблица 1.** Материалы донных траловых съёмок, выполненных в юго-западной части Берингова моря

Период проведения съёмок		Судно	Кол-во операций	Тип орудия лова	Диапазон глубин, м
2012	23 октября – 2 ноября	НИС «Профессор Пробатов»	56	ДТ 27,1	20–176
2016	12–25 июня	СТР «Потапово»	73	ДТ 27,1	22–260
2019	16–25 июля	НИС «Профессор Леванидов»	80	ДТ 27,1	18–221
2020	19 сентября – 5 октября	НИС «Дмитрий Песков»	78	ДТ 27,1	10–579



**Рис. 1.** Схема стандартного полигона проведения донной траловой съёмки с полигонами Тиссена в Карагинской подзоне

Оценки численности и биомассы наваги в 2010–2020 гг., выполнены методом когортной модели «Синтез» (Ильин и др., 2014).

Для анализа распределения наваги, в годы, различающихся по гидрологическому типу лет были использованы материалы по ледовитости Беринго-

ва моря, полученные из архива Национального центра климатологии морских льдов (Аляска, США) и находящиеся в свободном доступе (<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Пространственное и батиметрическое распределение.** Распределение промысловых скоплений наваги в юго-западной части Берингова моря, включающей в себя заливы – Озёрный, Карагинский и Олюторский, испытывает сезонную изменчивость. Промысел наваги в исследуемом районе ведётся в июне-декабре снюрреводами, и в первые два месяца лова картина сравнительно высоких промысловых скоплений представляет собой небольшие локальные образования, преимущественно в зал. Корфа (рис. 2). Средняя глубина лова в июне-июле колеблется в пределах 40-метровой изобаты. Наибольшие скопления отмечаются в июне в прол. Литке на глубине от 23 до 59 м со средним уловом 8,4 т с/сутки, максимальный 16,7 т с/сутки. В целом, в июне-июле 80% вылова получают на относительно разреженных скоплениях, где улов на судосутки не превышает 5 т (табл. 2).

На распределение наваги, особенно вдоль побережья, существенное влияние оказывают гидрологические условия во время её нагула. В августе-сентябре, когда температура воды достаточно «высокая», навага держится разреженно. Наибольшие ее скопления отмечаются в северной части о. Карагинский на глубинах 21–68 м. В этот период в заливах Карагинский и Корфа навага распространена по всей акватории. В Карагинском заливе плотные скопления наблюдаются между островами Карагинским и Верхотурова и в прол. Литке до 32,4 т с/сутки в августе и до 47,2 т с/сутки в сентябре на глубинах 21–52 м. В северной и южной частях зал. Корфа на глубинах 24–49 м она образует нагульные скопления с максимальными уловами до 19,6 т с/сутки в августе и до 28 т с/сутки в сентябре. В Олюторском заливе наибольшие её концентрации отмечаются в сентябре в западной, центральной и восточной частях залива на глубинах 25–65 м с максимальными уловами до 16,7 т с/сутки. На глубинах, свыше 100 м навага держится рассеяно (рис. 2, табл. 2).

В октябре-ноябре, с охлаждением и осолонением прибрежных вод, навага в массе начинает подходить к берегам

**Таблица 2.** Среднемноголетние помесечные показатели уловов наваги на усилие на различных глубинах в юго-западной части Берингова моря в 2010–2020 гг., (т с/сутки)

Глубины, м	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
<20				1,6		21,1	9,1
21–50	3,6	1,9	4,9	9,5	11,3	9,6	14,7
51–100	3,3	0,4	3,1	7,9	12,5	4,3	0,8
101–150	0,2	3,7	2,3	2,4	5,4	1,1	0,1
151–200	1,3		4,1	4,6	3,5	0,9	0,5
Среднее за месяц	3,4	1,8	4,7	9,1	11,5	8,4	12,6
Доля вылова, %	0,8	0,2	9,6	46,1	36,2	5,3	1,6
Средняя глубина лова/min-max, м	<u>37,8</u> 22–160	<u>43,8</u> 20–150	<u>39,7</u> 20–210	<u>45,8</u> 15–224	<u>48,9</u> 21–200	<u>47,3</u> 10–159	<u>45,2</u> 19–160

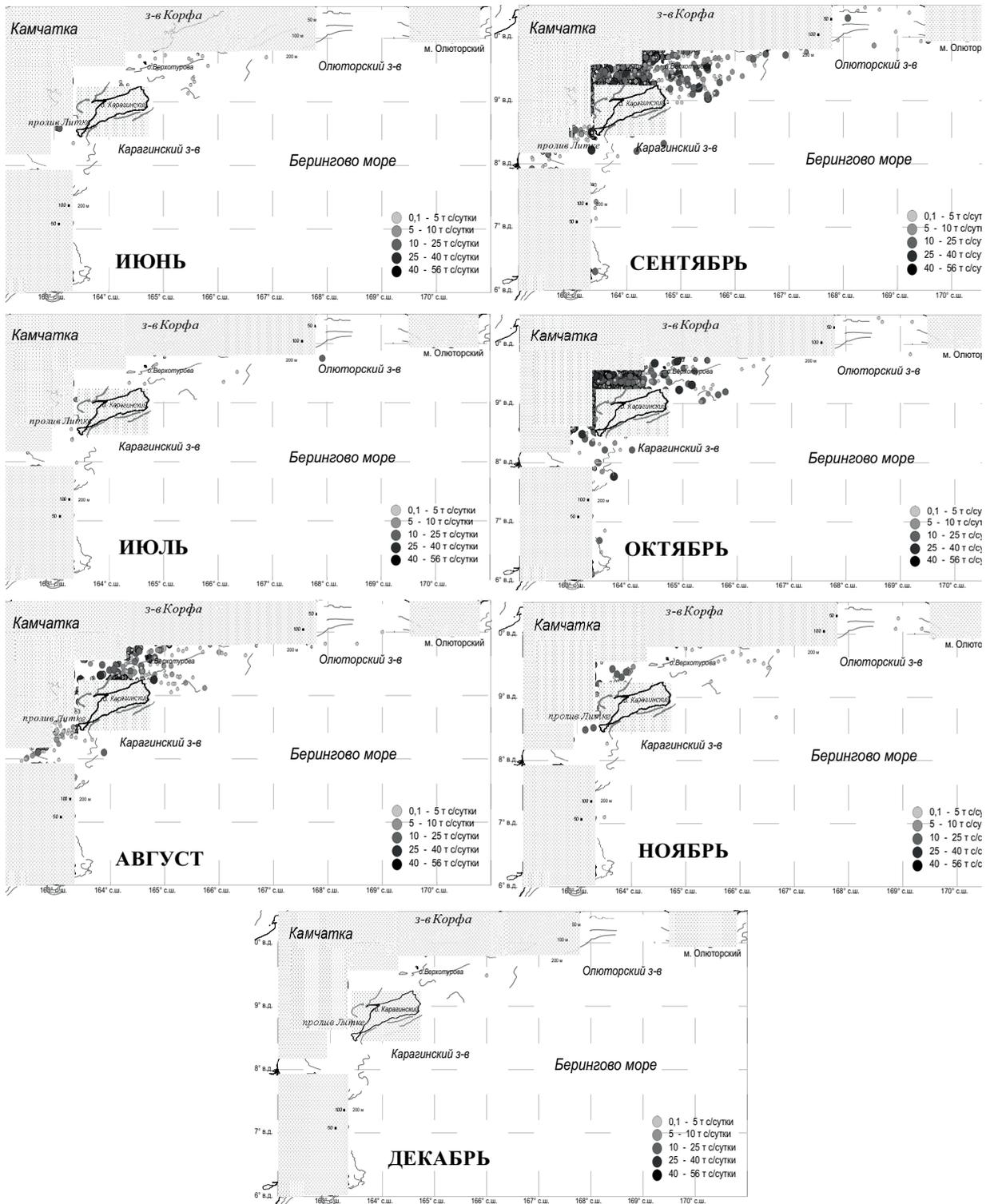


Рис. 2. Среднеголетняя динамика распределения промысловых скопления наваги в течение года в юго-западной части Берингова моря в 2010–2020 гг.

на мелководные участки для нереста. В этот период она стремится держаться в воде с определённым температурным

градиентом (0,5–1,5°C), свойственным этой холодолубивой рыбе (Новикова, 2007). В октябре происходит некоторое

уменьшение площадей распределения рыб в основном за счёт южной части Карагинского залива и центрального района зал. Корфа (рис. 2).

Навага начинает миграцию к берегу, и основная её часть начинает концентрироваться в центре прол. Литке и на севере зал. Корфа, что отразилось на повышении здесь интенсивности промысла. Так, в Карагинском заливе средний улов на судосутки составлял около 12 т с максимальным уловом 56 т с/сутки на глубине 42 м, а в зал. Корфа – около 7 т с максимальным уловом 32,5 т с/сутки на глубине 43 м. В целом, в октябре в юго-западной части Берингова моря средний улов наваги на судосутки составлял 11,5 т (табл. 2).

Тенденция сокращения площади промысловых концентраций сохраняется до конца года, что связано с заметным уменьшением площадей акватории с приемлемыми для наваги условиями среды. В этот период навага распределяется в самой прибрежной зоне на глубинах менее 50 м (табл. 2). Основная масса рыб держится в заливах, солоноватых лагунах, предустьевых и устьевых пространствах рек, концентрируясь затем в местах массового нереста (Новикова, 2007). В ноябре в районе южнее 58°30' с.ш. скопления наваги сокращаются и отсутствуют между островами Карагинский и Верхотурова (рис. 2). Наряду с этим, на акватории, расположенной в центральной части прол. Литке максимальный улов составил 38 т с/сутки на глубине 35 м (в среднем, около 9 т с/сутки), тогда как наибольший улов в зал. Корфа – около 40 т с/сутки на глубине 26 м (в среднем, 14,4 т с/сутки). В районе Олюторского залива встречаются менее плотные скопления наваги со средними уловами около 1,6 т с/сутки в диапазоне от 40 до 150 м и максимальным уловом на

глубине 40 м – 7,9 т с/сутки. Средний улов на судосутки по всему исследуемому району в ноябре снизился до 8,4 т (табл. 2).

В декабре интенсивность промысла значительно снижается, что связано с началом периода сезонного льдообразования. Промысел ведётся преимущественно в северной части зал. Корфа, где сохраняются промысловые скопления с уловами, в среднем, 14,4 т с/сутки. Максимальные уловы в этом районе достигают 40 т с/сутки на глубине 26 м (рис. 2).

Характер распределения наваги в районе исследований относительно стабилен в межгодовом аспекте (Новикова, 2001). В исследуемый период в юго-западной части Берингова моря навага распределяется на глубинах менее 100 м (преимущественно в диапазоне 20–68 м) в чётко локализованных районах: в прол. Литке, зал. Корфа и некоторых участках Олюторского залива.

Поскольку динамика численности и биомассы донных и пелагических сообществ дальневосточных морей обусловлена климато-океанологическими факторами (Шунтов и др., 2007; Савин и др., 2011; Асеева, 2012), был проведён анализ распределения промысловых уловов наваги в юго-западной части Берингова моря в годы, различающихся по гидрологическому типу. Согласно материалам по ледовитости Берингова моря, «холодный» период пришёлся на 2012 г., а «тёплый» – на 2020 г. (<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>) (рис. 3).

Как видно на представленных картах (рис. 4), распределение наваги в «холодный» период имеет более концентрированный характер, а в «тёплый» – более разряженный, поскольку «тёплый» гидрологический режим вод предполагает рассеянное распределение холодо-

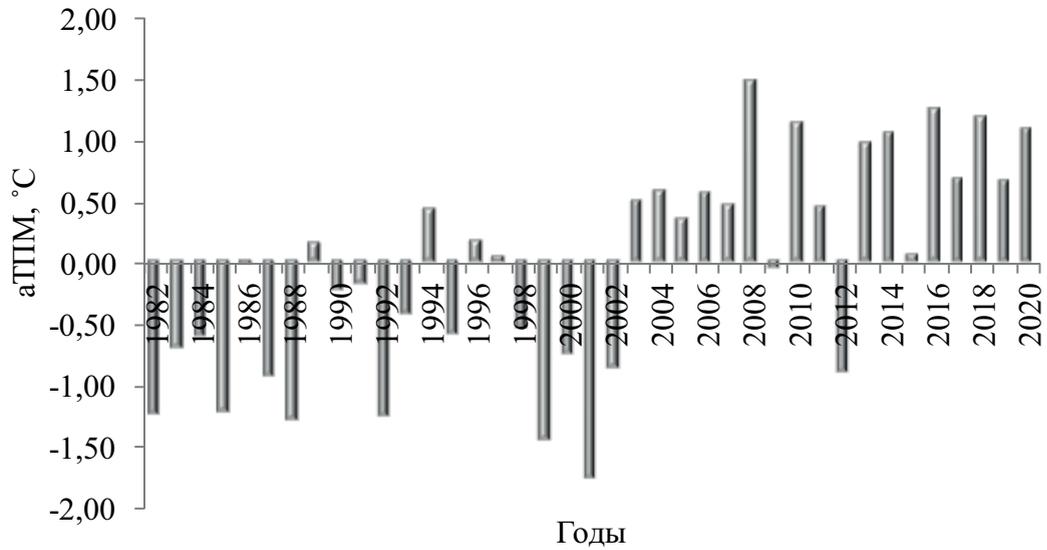


Рис. 3. Изменения средних аномалий температуры поверхности моря (aTPI) в юго-западной части Берингова моря за июль-сентябрь.

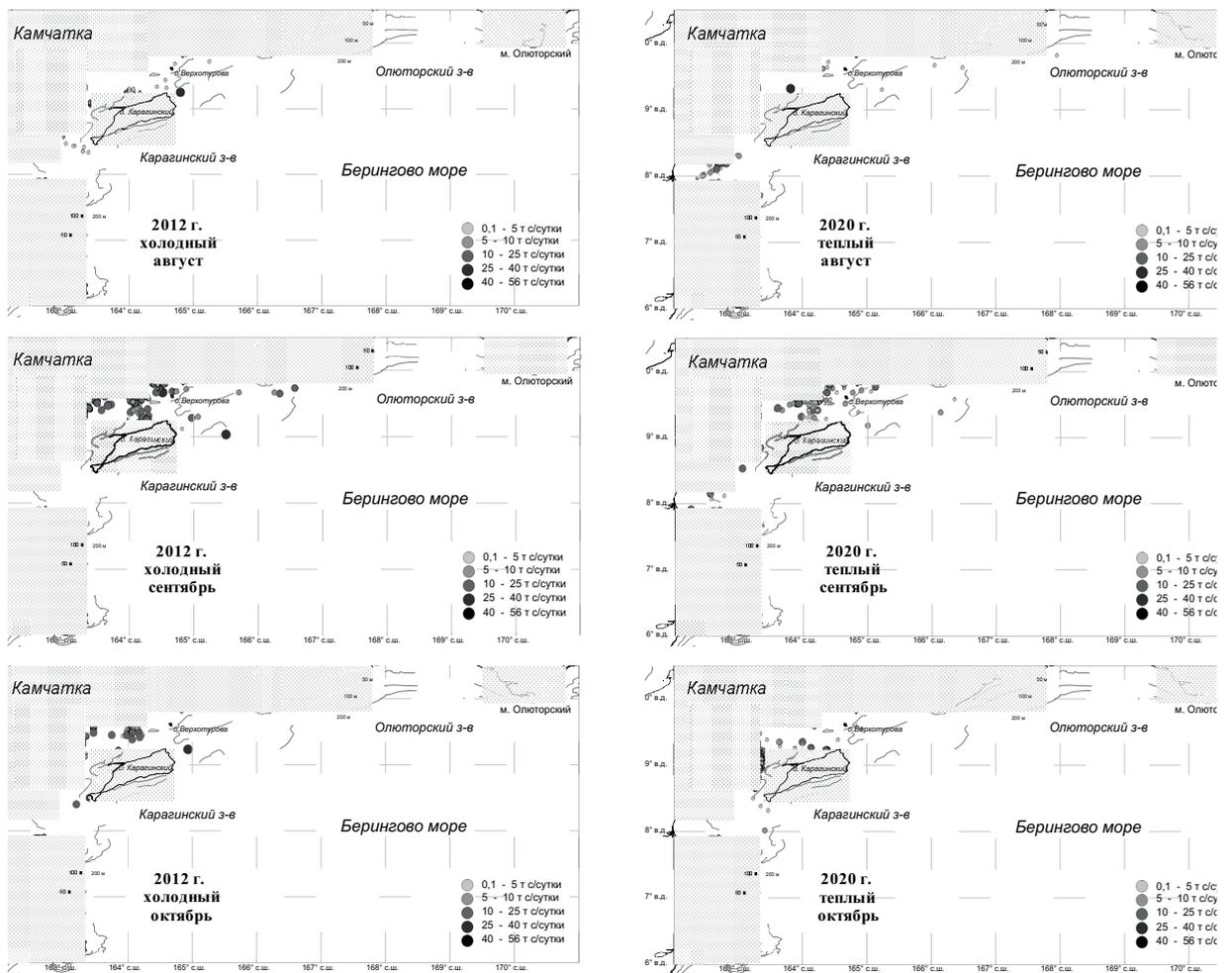


Рис. 4. Распределение промысловых скоплениях наваги в «холодный» (2012 г.) и «тёплый» (2020 г.) года в юго-западной части Берингова моря.

любивых видов рыб, к которым, в том числе относится и тихоокеанская навага. Так, средние уловы на судосутки по всему исследуемому району в «холодный» год в августе, сентябре и октябре составили 4,5 т, 14,2 т и 19,7 т, а в «тёплый» год – 3,7 т, 11,5 т и 7,2 т, соответственно. Следует также отметить, что у наваги, относящейся к придонно-пелагическим видам (Вдовин и др., 2004), основная часть зоопланктона, являющегося одним из кормовых объектов рыб всех размеров, включая даже особей более 40 см (до 100% в составе желудка) (Семененко, 1970; Токранов, Толстяк, 1990; Чучукало, 2006; Новикова, Овчаренко, 2019, 2021) состоит из холодноводных видов субарктического и арктического комплексов, которые негативно реагируют на потепление (Волков, 2018). Можно предположить, что в зависимости от гидрологических условий, складывающихся на шельфе юго-западной части Берингова моря, промысловые скопления наваги образуются согласно распределению зоопланктона, привлекающего навагу.

**Размерный состав уловов.** Характеризуя размерный состав наваги юго-западной части Берингова моря в уловах снюрревода, отметим, что её вылов в летний и осенний сезоны базировался на рыбах промысловой длины. В уловах встречались особи длиной от 16 до 49 см. В период наблюдений доля рыб непромыслового размера (длиной по Смитту менее 20 см) не достигала 0,3%. Изымались преимущественно половозрелые особи длиной 27–35 см, составляющие 65–70% от пойманных рыб (табл. 3, рис. 5). Средние размеры рыб в уловах в исследуемые годы, как в летний, так и в осенний периоды колебались в пределах 31,5–32,5 см. Исключение составили осенние данные за 2011 г., когда в уловах преобладали особи дли-

ной 26–29 см, составившие около 53% от пойманных рыб, и средний размер рыб снизился до 28,3 см.

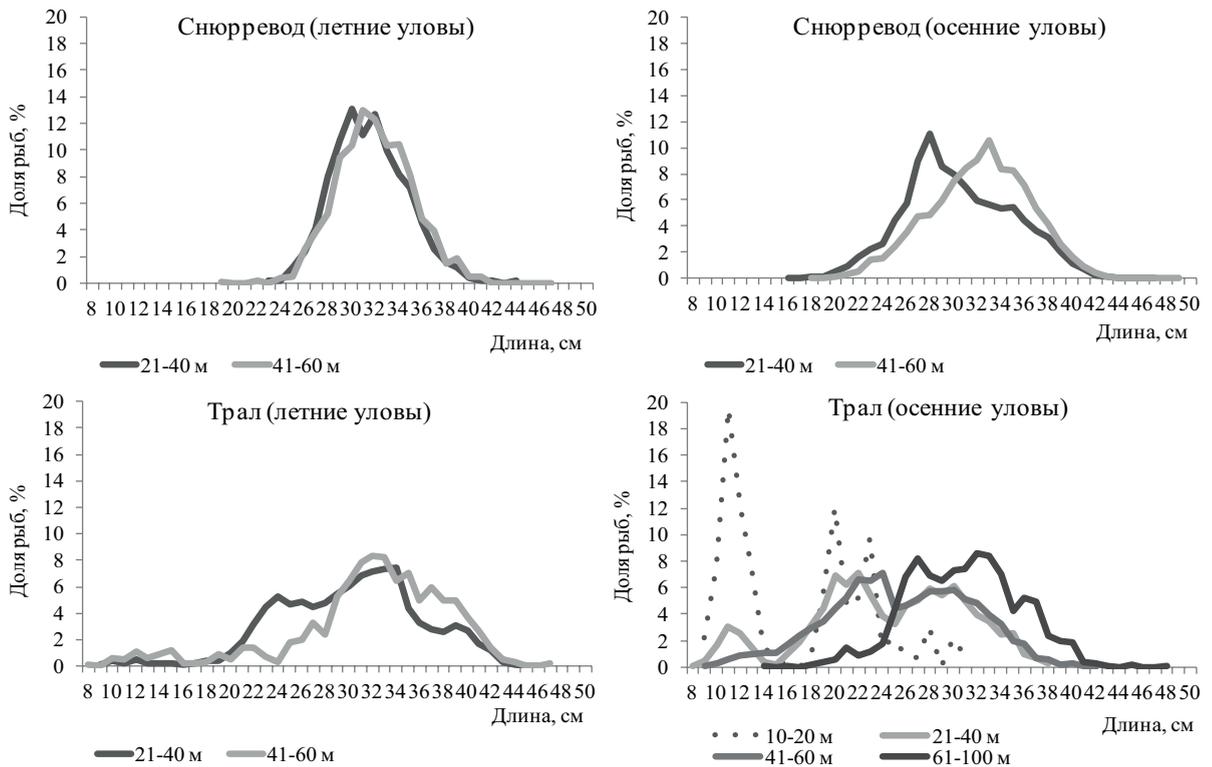
В осенних уловах в интервалах 21–40 м и 41–60 м доля молодых рыб длиной менее 25 см с глубиной последовательно уменьшалась, составив 8,3 и 3,9% соответственно, а доля рыб длиной более 35 см в указанных диапазонах, увеличивалась с 16 до 22,4%. Основная промысловая нагрузка на изобатах 21–40 м пришлась на рыб длиной 27–30 см (около 40%), а на 41–60 м – 30–35 см (около 52%) (рис. 4).

Для сравнения приведём результаты траловых съёмок, в частности данные осенних уловов, поскольку в этот период облов наваги проводился в достаточно широком диапазоне глубин (рис. 5). Так, преобладающие на глубинах 10–20 м молодые рыбы длиной 20–23 см составляли 31,6% от пойманных рыб, а в диапазонах глубин 21–40, 41–60 и 61–100 м их доля составила 26,1%, 22,7%, и 4,2%, соответственно. Основу уловов на глубине от 61 до 100 м составляли взрослые особи длиной 26–33 см (60% от улова). На глубине менее 20 м эта группа рыб в уловах составляла только 4,2% (рис. 5). Таким образом, у наваги в юго-западной части Берингова моря прослеживается тенденция повышения среднего размера рыб с увеличением глубины.

**Промысел.** В юго-западной части Берингова моря основное количество наваги (до 80–90%) добывалось вентерями в зимнее время рыболовецкими колхозами, расположенными на побережье Корякского АО. В связи с сокращением в 90-х гг. XX в. береговых баз переработки и отсутствием мощных морозильных установок на берегу, произошёл перевес вылова в пользу активного морского рыболовства. С 2000 г. в Карагинском заливе возобновился зимний вентерный промысел в бухтах Гека, Оссора,

**Таблица 3.** Пределы колебаний и средние значения размеров наваги в юго-западной части Берингова моря в летних и осенних снюрреводных уловах, см

Год	Летние уловы			Осенние уловы		
	L min-max	ср. ± m	N, экз.	L min-max	ср. ± m	N, экз.
2010	19,0–41,0	31,2±0,13	604			
2011	24,5–39,0	31,9±0,14	400	17,0–49,0	28,3±0,35	2477
2012	24,0–44,0	32,4±0,26	800			
2013				21,0–43,5	31,2±0,11	1015
2014	23,0–44,0	32,8±0,25	150	22,5–41,5	31,7±0,25	218
2015				16,5–45,0	32,3±0,21	701
2016				20,0–47,0	33,7±0,35	2221
2017				21,0–46,0	33,1±0,41	4355
2018				19,0–43,0	31,8±0,46	4000
2019	22,0–46,0	34,1±0,33	447			
Итого			1291			14987



**Рис. 5.** Среднеголетний размерный состав наваги в юго-западной части Берингова моря в летних и осенних уловах снюрревода и трала на разных глубинах в 2010–2020 гг. (Снюрревод: летние уловы – 21–40 м – M=32,1 см, N=503 экз.; 41–60 м – M=32,5 см, N=786 экз.; осенние уловы – 21–40 м – M=30,9 см, N=5702 экз.; 41–60 м – M=32,2 см, N=9278 экз. Трал: летние уловы – 21–40 м – M=30,6 см, N=2298 экз.; 41–60 м – M=31,4 см, N=841 экз.; осенние уловы – 10–20 м – M=17,3 см, N=133 экз.; 21–40 м – M=24,9 см, N=1456 экз.; 41–60 м – M=26,1 см, N=3002 экз.; 61–100 м – M=31,4 см, N=1003 экз.).

Скобелева и Карага. Однако в дальнейшем этот вид промысла осуществляется только в одном месте побережья Карагинского залива – в бух. Оссора (Трофимов и др., 2007). Объёмы вентерного промысла составляли около 500 т и существенного влияния на сезонную динамику вылова наваги не оказывали.

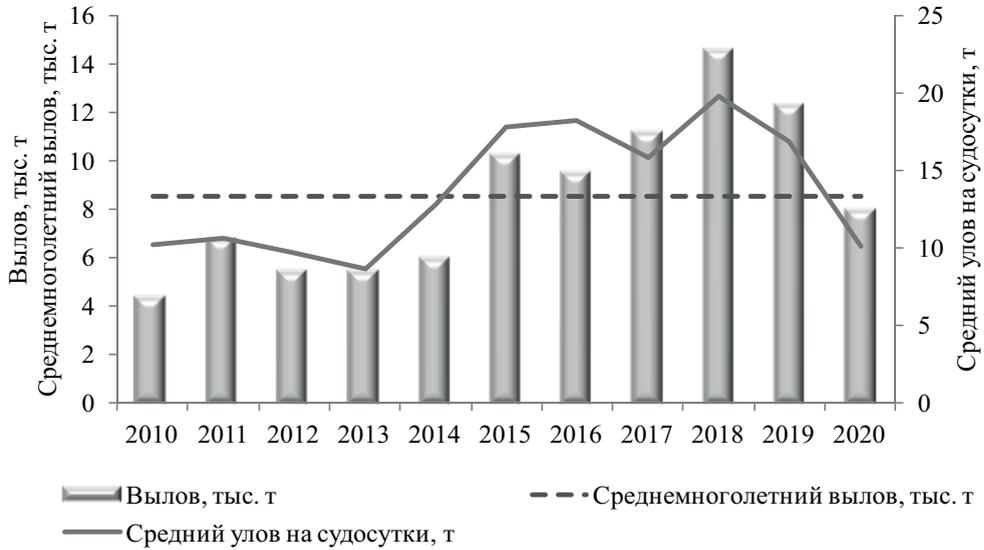
С 2003 г. навага добывается в основном в виде прилова при снюрреводном промысле камбал, трески и минтая в режиме прибрежного рыболовства. Среднегодовой вылов в период 2003–2009 гг. составлял 4,1 тыс. т. В 2010–2020 гг. общий вылов наваги колебался от 4,3 до 14,5 тыс. т, составив, в среднем, 8,5 тыс. т (рис. 6). Промысел наваги основывается, преимущественно, на нагульных скоплениях. В летне-осенние месяцы навага добывается маломерным флотом, который составляет около 80% от всех судов на промысле этого вида. Наиболее результативный лов проводится в сентябре и октябре (табл. 2). На этот период приходится основная доля годового улова (более 80%). Далее до конца года интенсивность промысла значительно падает. В юго-западной части Берингова моря навага в уловах снюрревода встречается на глубинах от 15 до 224 м в достаточно узком диапазоне средних глубин (табл. 2).

Уловы наваги за исследуемые годы изменялись согласно интенсивности промысла (рис. 6). Значительное увеличение уловов на усилие в последние годы (2015–2019 гг.), составившее, в среднем, 17,7 т на судосутки, по сравнению с предыдущим периодом (в 2010–2014 гг. – 10,4 т на судосутки), может свидетельствовать о повышенной плотности и величине промысловых скоплений наваги, высоком уровне её промыслового запаса в исследуемом районе и существенном росте интереса рыбопромышленников к добыче

этого вида сырья. Однако в 2020 г. средний улов на судосутки, по сравнению с 2019 г. снизился в 1,7 раза, что возможно является следствием в перераспределении плотности и величины промысловых скоплений наваги в исследуемом районе. Основываясь на результатах промысловой статистики и на гидрологических данных, можно предположить, что в продолжающихся аномально «тёплых» условиях последних лет нагул наваги в юго-западной части Берингова моря начинается раньше и рыбы раньше покидают традиционные места нагула, видимо перемещаясь в недоступные для промысловых судов прибрежные участки, в связи, с чем сокращается промысловый период и уловы снижаются.

**Состояние запасов.** Проведённые донные траловые съёмки в заливах юго-западной части Берингова моря в 2012, 2016, 2019 и 2020 гг. показали, что наибольшие скопления навага образует в Карагинском заливе. За рассматриваемый интервал лет, численность и средняя плотность рыб была наибольшей в 2020 г., а максимальная биомасса была учтена в 2012 г. (табл. 4).

Выполненные в летний период съёмки в 2016 и 2019 гг., не позволили оценить численность пополнения промыслового запаса рыб в возрасте 0+ и 1+ (рис. 6). Очевидно, что и численность остальных возрастных групп была также существенно недооценена, поскольку, если по результатам осенней донной траловой съёмки 2012 г. биомасса наваги составила 152,5 тыс. т, то по результатам съёмок 2016 и 2019 гг. – только 30,6 и 35,5 тыс. т, соответственно. Донная съёмка, выполненная в сентябре-октябре 2020 г. показала увеличение биомассы наваги, по сравнению с работами, проведёнными в 2019 г., почти в три раза, уступая только 2012 г. и была равна 100,4 тыс. т (табл. 4).



**Рис. 6.** Динамика общего вылова наваги и средний улов на судосутки в юго-западной части Берингова моря в 2010–2020 гг. (средне­много­лет­ний вылов – 8,5 т).

**Таблица 4.** Меж­го­до­вая динамика средней плотности распределения, общей численности и биомассы наваги (коэффициент уловистости 0,4) на стандартизированном полигоне в юго-западной части Берингова моря по результатам донных траловых съёмки и модельных оценок

Годы	Траловые съёмки				Модельные оценки			
	Период	Средняя плотность		Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т	Численность пополнения, млн экз.
		тыс. экз./км <sup>2</sup>	т/км <sup>2</sup>					
2010						297,520	78,386	128,715
2011						466,678	107,709	286,897
2012	октябрь	15,112	2,268	406,624	152,555	720,698	160,793	432,529
2013						952,059	218,741	514,788
2014						917,670	240,606	326,980
2015						930,763	256,850	356,027
2016	июнь	4,297	0,455	115,62	30,617	746,842	235,815	162,507
2017						686,155	216,408	228,628
2018						665,821	196,549	265,298
2019	июль	2,901	0,527	78,062	35,475	542,071	164,268	159,507
2020	сентябрь	24,690	1,493	664,319	100,403	603,874	163,804	286,188

Уловы донных траловых съёмки характеризуются самым значительным количеством молоди наваги. В 2012 г. в

учётных уловах доминировали трёхлетки, на долю которых приходилось 38% от численности остальных возрастных

групп. Значительную часть составляли рыбы генерации 2011 г. Самыми многочисленными в уловах съёмки 2016 г. оказались рыбы 2012–2014 годов рождения, доля которых составила 86,8%. Рыбы в возрасте 0+ и 1+ не превысили 2%. По данным съёмки, проведённой в 2019 г., в уловах доминировали поколения 2015–2016 гг. рождения (3+ и 4+), составившие 71% от учтённых рыб. Сеголетки и двухлетние особи (0+ и 1+) в тралах практически отсутствовали (0,3% от улова) (рис. 6).

В 2020 г. возрастную структуру траловых уловов отличало обилие молодых рыб в возрасте 0+ – 2+ лет, на долю которых пришлось более 72% от всех учтённых рыб (рис. 6). Такое количество молоди могло бы свидетельствовать о хороших условиях воспроизводства наваги в юго-западной части Берингова моря. Однако выполненные в разные периоды учётные донные траловые съёмки не позволяют судить с полной уверенностью о возрастном составе и численности поколений наваги в уловах, поскольку недостаточно репрезентативны. Летом младшие возрастные группы наваги (особенно сеголетки) сосредоточены в прибрежных лагунах, эстуариях и бухтах, недоступных для траловых работ. Очевидно, поэтому доля рыб младших возрастных групп в уловах 2019 г. была почти также мала, как и во время съёмки 2016 г. Этот факт отразился и на средней длине рыб – в 2016 и 2019 гг. донным тралом облавливались более крупные особи (рис. 7).

Несмотря на некоторую противоречивость данных о численности поколений наваги в учётных траловых уловах, можно заключить, что воспроизводство наваги в юго-западной части Берингова моря в последние годы протекало успешно. Основу составляли поколения средней численности 2018–2020 гг. рож-

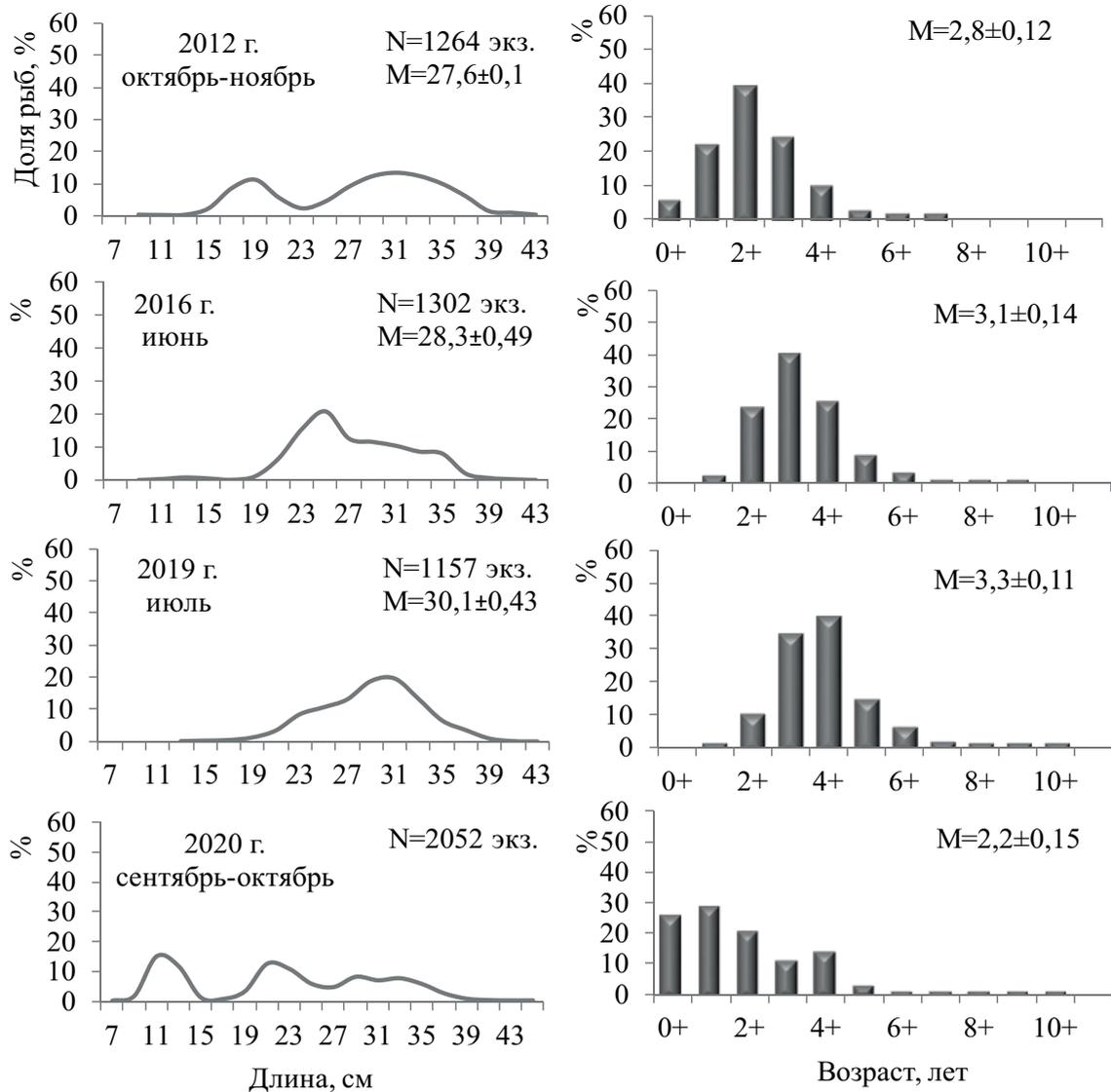
дения, что может косвенно свидетельствовать об относительной стабильности запаса наваги этого района в ближайшие годы. По результатам модельных оценок, начавшийся рост численности и биомассы наваги в 2012–2014 гг., связанный с появлением урожайных поколений 2011–2013 гг., сменился после 2015 г. (256,8 тыс. т) снижением, и к 2020 г. общий запас рыб в возрасте 2+ и старше составил 163,8 тыс. т (табл. 4). Тем не менее, численность и биомасса наваги в юго-западной части Берингова моря находится на достаточно высоком уровне.

### ВЫВОДЫ

Характер распределения наваги в юго-западной части Берингова моря по данным снюрреводных уловов относительно стабилен в межгодовом аспекте. Наибольшие скопления она образует на глубинах менее 100 м (преимущественно в диапазоне 20–68 м) в чётко локализованных районах: в прол. Литке, зал. Корфа и некоторых участках Олюторского залива.

Вылов наваги в летний и осенний сезоны базируется на рыбах промысловой длины. В уловах встречаются особи длиной от 16 до 49 см. Средние размеры рыб в уловах в исследуемые годы, как в летний, так и в осенний периоды колеблются в пределах 31,5–32,5 см. С увеличением глубины прослеживается тенденция повышения среднего размера рыб.

В 2010–2020 гг. общий вылов наваги изменялся от 4,3 до 14,5 тыс. т, составив, в среднем, 8,5 тыс. т. Промысел основывается, преимущественно, на нагульных скоплениях. Наиболее результативный лов проводится в сентябре и октябре со средними уловами 9,1 и 11,5 т с/сутки, соответственно. На этот период приходится более 80% от годового вылова.



**Рис. 7.** Размерно-возрастной состав наваги в юго-западной части Берингова моря в уловах учётных траловых съёмок

Максимальная средняя плотность рыб и обилие молодых особей в возрасте 0+ – 2+ лет в траловых уловах 2020 г., а также увеличение численности пополнения в 2020 г. по результатам модельных оценок свидетельствуют об относительной стабильности запаса наваги в заливах юго-западной части Берингова моря.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

Асеева Н.Л. Перестройка структуры донного ихтиоценоза западнокамчатского шельфа в связи с изменениями температуры воды //

Вопр. промысловой океанологии. 2012. Вып. 9. № 1. С. 77–88.

Аксютин А.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 288 с.

Вдовин А.Н., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья // Известия ТИНРО. 2004. Т. 138. С. 168–190.

Варкентин А.И., Овчеренко Р.Т., Калугин А.А. О некоторых результатах дон-

ных траловых съёмки в тихоокеанских водах Камчатки в 1999, 2002, 2016–2018 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. 2019. Вып. 55. С. 5–42.

Волков А.Ф. Современное состояние весеннего планктонного сообщества северной части Охотского моря (1997–2017 гг.) // Известия ТИНРО. 2018. Т. 192. С. 121–135.

Ильин О.И., Сергеева Н.П., Варкентин А.И. Оценка запасов и прогнозирование ОДУ восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) на основе предосторожного подхода // Сб. науч. тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 62–74.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. Шк., 1990. 352 с.

Новикова (Шевчук) О.В. Навага // Гидрометеорология и гидрохимия морей // Берингово море // Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001. Т. X. Вып. 2. С. 164–170.

Новикова О.В. Дальневосточная навага (*Eleginus gracilis* (Til.)) прикамчатских вод. // Автореф. Дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2007. 24 с.

Новикова О.В., Овчеренко Р.Т. Проведение исследований качественного и количественного состава снюрреводных уловов в прибрежных водах Камчатско-Курильской подзоны. Петропавловск-Камчатский: Архив ВНИРО («КамчатНИРО»), 2019. 22 с. Инв. № 8928.

Новикова О.В., Овчеренко Р.Т. Проведение исследований качественного и количественного состава снюрреводных уловов в прибрежных водах Камчатско-Курильской подзоны. Петропавловск-Камчатский: Архив ВНИРО («КамчатНИРО»), 2021. 20 с. Инв. № 9082.

Положение по функционированию отраслевой иерархической информационно-аналитической автоматизированной системы управления использования водных биоре-

сурсов (информационная система «Рыболовство»). М.: ВНИЭРХ, 1996. 78 с.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.

Савин А.Б., Ильинский Е.И., Асеева Н.Л. Многолетняя динамика в составе донных и придонных рыб на западнокамчатском шельфе в 1982–2010 гг. // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 166. С. 149–165.

Семененко Л.И. Питание тихоокеанской наваги в Охотском, Беринговом и Чукотском морях в зимне-весенний период // Известия ТИНРО. 1970. Т. 71. С. 78–96.

Сорокин Л.И. Прибрежный лов. Петропавловск-Камчатский, 1970. 67 с.

Токранов А.М., Толстяк А.Ф. Пищевая ниша дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* (Tilesius) в прибрежных водах Камчатки // Известия ТИНРО. 1990. С. 114–122.

Трофимов И.К., Буслов А.В., Куприянов С.В. и др. О биологическом состоянии наваги *Eleginus gracilis* Карагинского залива и бухты Оссора в преднерестовый и нерестовый периоды 2005–2007 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы VIII Международной научной конференции. Петропавловск-Камчатский, 2007. С. 277–280.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. 484 с.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Глава 2. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в дальневосточной российской экономической зоне // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 75–176.

Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962. 2015. <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>

**THE CURRENT STATE OF STOCKS, DISTRIBUTION AND FISHING OF SAFFRON COD (*ELEGINUS GRACILIS*, GADIDAE) IN THE SOUTHWESTERN PART OF THE BERING SEA**

© 2022 г. O.V. Novikova

*Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanograph (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000*

The results of bottom trawl surveys and simulation assessments indicate relative stable state of saffron cod stock in the southwestern part of the Bering Sea. According to model calculations the total stock of saffron cod in 2020 amounted to 163,8 thousand tons. The analysis of the Danish seine catches showed that saffron cod forms commercial concentrations mainly in the Litke Strait and the Gulf of Corfu. In 2010-2020 the total catch of the saffron cod ranged from 4,3 to 14,5 thousand tons averaging 8,5 thousand tons. The most effective fishing by Danish seine is carried out in September and October with average catches of 9,1 and 11,5 tons per day respectively.

*Keywords:* saffron cod *Eleginus gracilis*, southwestern part of Bering Sea, distribution, size composition, fishing, stock.

## БИЦИКЛИЧНОЕ СОЗРЕВАНИЕ САМОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСТАНОВКЕ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (УЗВ)

© 2022 г. Н.И. Шиндавина, А.А. Зинченко, Д.У. Ташбаев,  
В.Я. Никандров, А.А. Лукин

Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства филиал  
«Главрыбвод», пос. Ропша Ленинградской области, 188514  
E-mail: alukin@inbox.ru

Поступила в редакцию 1.02.2022 г.

При бонитировке маточных стад на базе Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства (ФСГЦР) были обнаружены самки радужной форели, созревающие с промежутком в 6 мес. Установлено, что в условиях УЗВ самки с бициклическим нерестом могут продуцировать такие же полноценные половые продукты высокого рыбоводного качества, как и производители с нормальным половым циклом. Сделано предположение, что созревание каждые полгода лишь части самок свидетельствуют о генетической предопределённости отдельных рыб к появлению этой особенности. Выведение отечественных пород радужной форели с бициклическим нерестом будет так же в значительной степени способствовать реализации биологического потенциала этого вида и откроет новые перспективы форелеводства в России.

*Ключевые слова:* аквакультура, радужная форель, бициклическое созревание, икра оплодотворяемость.

### ВВЕДЕНИЕ

Радужная форель (*Parasalmo mykiss*) является аборигенным видом, обитающим в реках и озёрах тихоокеанского побережья Северной Америки и Азии. В естественных условиях имеется множество экологических форм, которые образуют жилые проходные и анадромные популяции. Внимание к этому виду всегда привлекала широкая адаптационная способность, высокая пищевая активность, скорость роста, а также вкусовые качества. Именно поэтому радужная форель является одним из первых массовых лососевых видов в аквакультуре и до сих пор с этим видом ведётся целенаправленная селекционная работа.

Радужная форель принадлежит к группе рыб с единовременным икрометанием и многократным созреванием в течение жизни. При этом она отличается

ся высокой степенью пластичности по срокам созревания. Смещение нерестового сезона на более ранние или более поздние сроки можно вызвать изменением температурного режима, созданием искусственного фотопериода или последовательной селекцией рыб в ряду поколений (Титарев, 1975; Никандров, Шиндавина, 2006; Morrison, Smith, 1986; Bromage et al., 1992). Если рассматривать всю совокупность искусственно созданных стад, можно отметить большое разнообразие сроков нереста в нерестовом сезоне при сохранении однократного созревания в течение года (Busack, Gall, 1980).

Самки радужной форели, созревающие с промежутком в 6 месяцев, были обнаружены на нескольких рыбоводных хозяйствах, где оптимальный температурный режим сохранялся постоянно.

ным в течение всего года (Hume, 1955; Aida et al., 1984; Сычев и др., 1986; Шиндавина и др., 2003). Получение икры два раза в год, несомненно, способствует повышению эффективности производства, поскольку икра является ценным и дорогостоящим продуктом. В связи с этим в Японии в начале 70-х гг. прошлого столетия были начаты работы по изучению особенностей этого феномена и выведению породы форели с двукратным созреванием (Low et al., 1984, 1986). На племзаводе «Адлер» аналогичные исследования проводили в 1990–2000-е гг. (Никандров, Шиндавина, 2006).

Эти исследования были продолжены на базе селекционно-генетического центра рыбоводства филиал ФГБУ «Главрыбвод» с появлением установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) с постоянным температурным режимом (Голод и др., 2013).

Цель предлагаемой работы – выявить особенности репродуктивного цикла самок радужной форели при двукратном созревании в условиях УЗВ и возможность использования их икры для получения посадочного материала.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на базе Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства (ФСГЦР) филиал ФГБУ «Главрыбвод» в июле – августе 2021 г.

Объектом исследования являлись самки радужной форели, селекционируемой с целью выведения породы для установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) (Голод и др., 2013). Цикл выращивания рыб проходил в установке замкнутого водоснабжения в закрытом помещении при искусственном освещении. Температура воды поддерживалась на постоянном уровне:  $10 \pm 1^\circ\text{C}$ .

У всех самок, созревших в августе в возрасте 3,5 года определяли массу ( $g$ ) и длину тела ( $cm$ ) по Смитту. Сцеживание икры проводили вручную. Всю порцию икры взвешивали, определяли количество икринок в 5 граммах и вычисляли среднюю массу икринки ( $mg$ ), а также рабочую плодовитость самок. При работе с производителями применяли в качестве анестетика гвоздичное масло концентрацией 0,15–0,2 мл на 1 литр воды в течение 2–3 мин. Всех рыб, созревших в летний период, поместили индивидуальной меткой.

Для осеменения икры использовали инвертированных самцов этого же возраста, подвижность сперматозоидов у которых была хорошего качества. Качество спермы оценивали по пятибалльной шкале Г.М. Персова (1953). Свежеприготовленную смесь спермы 2–5 самцов разбавляли раствором «StorFish» для лучшего распределения сперматозоидов при смешивании с икрой. В качестве среды для осеменения применяли буферный солевой раствор D532 (Billard, 1992). В его состав входят: 24,2 г Трис + 22,5 г глицин + 1,1 г  $\text{CaCl}_2$ , + 73,1 г  $\text{NaCl}$  на 10 л дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{pH}=9,0$ ).

Для индивидуальной оценки самок по качеству икры от каждой из 33 рыб, созревших в период с 15 по 28 июля, брали порцию икринок (250–300 шт.), осеменяли и инкубировали в отдельных ячейках инкубационной рамки. Остальную икру использовали для получения посадочного материала. Её смешивали и осеменяли той же смесью спермы. Температура воды в период инкубации составляла  $8\text{--}10^\circ\text{C}$ .

Результаты осеменения икры оценивали по показателю *оплодотворяемости икры*, который определяли на 9–10-е сут. инкубации в период обрастания желтка бластодермой зародыша. Пробы из 25–

30-ти икринок помещали в спиртово-уксусную смесь (3:1) для просветления оболочки и визуально определяли количество развивающихся зародышей, которое соотносили с общим количеством икринок в пробе (%). *Выживаемость эмбрионов* оценивали на стадии пигментации глаз на 28–29-е сут. инкубации, по численности живых эмбрионов относительно исходного количества икры (%).

Статистический анализ данных проводили по стандартным методикам (Лакин, 1980).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Сроки созревания самок.* Все исследованные самки впервые созрели в двухгодичном возрасте в декабре 2020-январе 2021 гг. Летом было обнаружено 11% (107 экз.) созревших рыб. Первую проверку самок провели 15 июля. Визуальная оценка показала, что среди созревших производителей больше половины рыб (54%) имели уже перезревшую икру. Сильная степень перезревания икры у отдельных особей свидетельствует о том, что овуляция самок началась предположительно в середине июня. У большинства рыб она происходила в первой декаде июля, за 1–2 недели до проверки. Остальные 46% самок созрели в период наблюдений: с 15 июля по 12 августа. Таким образом, продолжительность летнего нереста составила около двух месяцев.

*Размерно-весовая и репродуктивная характеристика самок.* Результаты оценки рыб представлены в таблице 1.

Судя по уровню коэффициентов вариации, разнообразие рыб по массе тела было умеренным. Более существенно самки различались по рабочей плодовитости.

Крупные особи продуцировали большую по величине икру:  $r=0,36$  ( $P < 0,05$ ).

Результаты индивидуальной оценки самок по качеству икры представлены в таблице 2.

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что во время первой проверки 15 июля качество икры было самым низким. У двух из девяти рыб, т.е. у 22% вся икра оказалась не способной к оплодотворению и только у 22% самок выживаемость эмбрионов была равна или выше 80%. Самки, обнаруженные во время двух последующих просмотров, отличались значительно более высоким уровнем оплодотворения икры и жизнеспособностью зародышей. Количество рыб с выживаемостью эмбрионов 80% и выше составляло 67%.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты индивидуальной оценки самок показали, что больше, чем у половины самок (63%) икра была высокого качества и пригодна для использования её в рыбоводных целях. Низкий уровень оплодотворения икры при первой проверке самок 15 июля, очевидно, связан с перезреванием яйцеклеток, овуляция которых вероятно произошла на 1–2 недели раньше. Визуально такая икра не отличается от нормальной, созревшей накануне отцеживания. Однако, известно, что длительное нахождение овулировавших яйцеклеток в полости тела самок вызывает их перезревание, приводящее к снижению оплодотворяемости икры и выживаемости эмбрионов (Gillet, Bretton, 2009; Mommens et al., 2015; Valdebenito et al., 2015). В связи с этим, при проведении искусственного нереста в летние месяцы необходимо проводить своевременную проверку самок.

Данные настоящей работы показывают, что в условиях УЗВ самки с бициклическим нерестом могут продуцировать такие же полноценные половые

**Таблица 1.** Размерно-весовые и репродуктивные показатели самок (n=43)

Признаки	Показатели		
	$M \pm m$	<i>lim</i>	CV,%
Масса тела, г	2013±64,7	1340–2940	18,5
Длина тела, см	50,8±0,41	43,0–57,3	5,3
Рабочая плодовитость, шт.	3556±175,6	2090–6195	28,4
Масса икринки, мг	51,7±1,53	34,7–71,4	17,1

**Примечание.** Здесь и далее:  $M \pm m$  – среднее значение, его ошибка; *lim* – пределы варьирования признака, CV,% – коэффициент вариации.

**Таблица 2.** Оплодотворяемость икры и выживаемость эмбрионов у самок, созревших в разные сроки

Дата проверки	Оплодотворяемость икры, %		Выживаемость эмбрионов, %	
	$M \pm m$	<i>lim</i>	$M \pm m$	<i>lim</i>
15.07 (n=9)	38±11,0	0–88	26±11,3	0–83
22.07 (n=8)	93±2,7	76–98	91±3,0	73–98
28.07 (n=16)	92±2,0	77–100	79±4,4	43–95

продукты высокого рыболовного качества, как и производители с нормальным половым циклом. Этому способствовал, по-видимому, температурный режим, благоприятный для нормального развития гонад. Сравнение наших данных с результатами наблюдений, полученными на других хозяйствах, показывает, что высокое качество икры было получено у самок на племенном заводе «Адлер», где температура воды держалась в оптимальных пределах от 8 до 14 °С в течение года. Оплодотворяемость икры у самок в возрасте 3+ в среднем составляла 80%, а выживаемость эмбрионов – 78% (Никандров, Шиндавина, 2006). В условиях тепловодного хозяйства, где зимой температура воды была в среднем 10°С, в мае поднималась до 16,3°, а в течение лета менялась от 10 до 25 °С,

тем самым значительно превышая оптимальные значения. Численность бициклических самок была высокой и достигала 34% у четырехлетних рыб. Однако физиологическое состояние рыб было ослабленным. Значительное количество зрелых самок, не будучи отцеженными, погибали. А самцы продуцировали сперму, не пригодную для осеменения (Сычев и др., 1986).

Признавая роль температуры воды как ведущего сигнального фактора, следует подчеркнуть, что данные о созревании каждые полгода лишь части самок свидетельствуют о генетической предопределенности отдельных рыб к проявлению этой особенности. Эффективность селекции генотипов по признаку повторного созревания была продемонстрирована японскими исследователя-

ми, которые, отобрав в качестве исходного материала всего несколько самок, создали за 10 лет промышленное маточное стадо, в котором 60-70% самок и 25% самцов созревали каждые 6 месяцев (Aida et al., 1984; Low et al., 1984). Подобные работы, с участием наших специалистов на племзводе «Адлер» также показали эффективность селекции форели по скорости полового созревания в нерестовом сезоне. Уже в I и II поколениях количество самок с бициклическим нерестом составляло от 12 до 20% (Никандров, Шиндавина, 2006).

Практическое значение создания породы форели с бициклическим нерестом не вызывает сомнений. Опыт показывает, что при содержании рыб, созревающих каждые 6 мес., мы можем получить от каждой самки дополнительную продукцию либо в виде посадочного материала в количестве 3,5 тыс. икринок, либо пищевую икру от каждой самки весом 200 г. При этом не производится никаких дополнительных затрат на содержание производителей.

Не менее существенным является возможность обеспечения посадочным материалом товарных форелевых хозяйств в любое время года и, тем самым, возможность достижения непрерывного цикла производства товарной продукции. Выведение отечественных пород радужной форели с бициклическим нерестом будет так же в значительной степени способствовать реализации биологического потенциала этого вида и откроет новые перспективы форелеводства в России.

Таким образом, создание маточного стада самок радужной форели с бициклическим созреванием требует разработки научно обоснованных критериев для установления оптимальных сроков полового созревания самок и проведение селекционной работы для отбора

наиболее жизнестойких особей. Эти показатели должны определяться не только размерами и массой культивируемых рыб, но также этапами развития половых продуктов, которые позволят получать икру высокого качества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Голод В.М., Терентьева Е.Г., Крупкин В.З.* Производство посадочного материала в УЗВ как единство селекции и технологии // В сб. «Рециркулярные технологии в крытых и открытых системах. Руководство». Сарваши: Изд-во «НАКИ», 2013. С. 11–22.

*Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Изд-во Высш. Школа, 1980. 293 с.

*Никандров В.Я., Шиндавина Н.И.* Создание, совершенствование и поддержание селекционных достижений в племенных хозяйствах. В сб. «Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.). М.: ФГНУ «Росинформатех». 2006. С. 110–315.

*Персов Г.М.* Дозирование спермиев, как способ управления оплодотворением яйцеклеток осетровых // Докл. АН СССР. 1953. Т. 90. № 6. С. 1183–1185.

*Сычев Г.А., Новоженин Н.П., Сергеева Л.С.* 1986. Летнее половое созревание форели, выращиваемой с использованием теплой воды электростанций // Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. Вып. 48. С. 197–206.

*Титарев Е.Ф.* 1975. Ускорение полового созревания радужной форели *Salmo gairdneri* Rich. под влиянием повышенной температуры воды // Вопросы ихтиологии. Т.15. Вып.3(92). С. 565–566.

*Шиндавина Н.И., Никандров В.Я., Янковская В.А.* 2003. Предпосылки выведения породы радужной форели с бициклическим нерестом // Матер. междунар. симпозиума «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век». С-Пб, 8–13 сентября 2003. С. 220–221.

*Aida K., Dakai K., Nomura M., et al.* Reproductive activity of a twice-annually spawning strain of rainbow trout // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 1984. V. 50. P. 1165–1172.

*Billard R.* 1992. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // *Aquaculture*. V. 100. N. 2. P. 263–298.

*Bromage N.R., Jones J., Randall C., et al.* Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Aquaculture*. 1992. V. 100. N. 1. P. 141–166.

*Busack G.A., Gall A.E.* Ancestry of artificially propagated California rainbow trout strains // *Calif. Fish game*. 1980. V. 66. P. 17–24.

*Gillet C., Breton B.* LH secretion and ovulation following exposure of Arctic charr to different temperature and photoperiod regimes: responsiveness of females to a gonadotropin-releasing hormone analogue and a dopamine antagonist // *Gen. Comp. Endocrinol.* 2009. V. 162. P. 210–218.

*Hume L.C.* Rainbow trout spawn twice a year // *Calif. Fish. Game*. 1955. V. 41. P. 117.

*Low S., Aida K., Hanui I., et al.* Endocrine profiles in the females of a twice-annually spawning strain of rainbow trout // *Aquaculture*. 1984. V. 43. N. 13. P. 13–22.

*Low S., Aida K., Hanui I., et al.* Endocrine profiles in the males of a twice-annually spawning strain of rainbow trout, *Salmo gairdneri* // *Gen. and Comp. Endocrinol.* 1986. V. 64. N. 2. P. 212–219.

*Mommens M., Storset A., Babiak I.* Some quantitative indicators of postovulatory aging and its effect on larval and juvenile development of Atlantic salmon (*Salmo salar*) // *Theriogenology*. 2015. V. 84. P. 170–176.

*Morrison J.K., Smith C.E.* Altering the spawning cycle of rainbow trout by manipulation water temperature // *Progr. Fish. Cult.* 1986. V. 48. N. 1. P. 52–54.

*Valdebenito I.I., Gallegos P.C., Effer B.R.* Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors // *Zigote*. 2015. V. 23. P. 177–197.

**TWICE-ANNUALLY SPAWNING OF RAINBOW  
TROUT FEMALES IN RECIRCULATION SYSTEMS**

© 2022 y. N.N. Shindavina, A.A. Zinchenko, D.U. Tashbaev,  
V.Ya. Nikandrov, A.A. Lukin

*Federal Selection and Genetic Center for Fish Culture «Ropsha»  
branch of «Glavrybvod», Ropsha, Leningrad reg., 188514*

During the evaluation of broodstocks on the basis of the Federal Fish Breeding Genetic Center (FSGTSR), rainbow trout females maturing with an interval of 6 months were found. It has been established that under conditions of RAS, females with bicyclic spawning can produce the same full-fledged reproductive products of high fish-breeding quality, as well as producers with a normal sexual cycle. It has been suggested that maturation every six months of only a part of females indicates the genetic predetermination of individual fish to the appearance of this feature. The breeding of domestic breeds of rainbow trout with bicyclic spawning will also greatly contribute to the realization of the biological potential of this species and open up new prospects for trout breeding in Russia.

*Key words:* aquaculture, rainbow trout, bicyclic maturation, caviar fertility.

## ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВЕДЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОСЕТРА НА КОНАКОВСКОМ РЫБОЗАВОДЕ

© 2022 г. В.Ю. Жарикова<sup>1,2</sup>, А.В. Мищенко<sup>1</sup>, М.С. Караваева<sup>1</sup>,  
О.Ю. Вилкова<sup>3</sup>, К.В. Жариков<sup>3</sup>

1 – Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИИПРХ),  
Рыбное, 141821

2 – Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)  
Астраханский государственный технический университет (ДРТИ АГТУ),  
Рыбное, 141821

3 – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 105187  
E-mail: Zharikova\_VY@vniiprh.ru

Поступила в редакцию 27.05.2022 г.

Представлены результаты проведенного анализа и экономических расчётов на обеспечение всего цикла выращивания атлантического осетра от икры до производителей в отделе «Конаковский», показаны планируемые общие затраты. Информация о финансовой оценке разведения атлантического осетра позволит оценить рыбоводным хозяйствам свои возможности по содержанию атлантического осетра с целью восстановления численности популяции данного вида в бассейне Балтийского моря.

**Ключевые слова:** атлантический осётр (*Acipenser oxyrinchus*), ремонтно-маточное стадо, Конаковский завод, стартовые корма.

### ВВЕДЕНИЕ

Атлантический осётр (*Acipenser oxyrinchus* Mitchell, 1815) – один из самых крупных из 17 видов рода осетров. Атлантический осётр обитает у европейского и северо-американского побережья Атлантического океана. До начала 2000-х гг. предполагалось, что балтийскую акваторию населяет единственный аборигенный вид – *A. sturio* (Paaver, 1996; Artyukhin & Vecsei, 1999), а *A. oxyrinchus* обитает только в реках Северной Америки (Murawsky, Pacheco, 1977; Brundage, Meadows, 1982; Artyukhin & Vecsei, 1999). Однако в 2002 г. было от-

мечено существенное молекулярно-генетическое сходство балтийского оётра с северными популяциями атлантического (Ludwig et al, 2002). До 1930-х гг. этот вид был промысловым видом. В 1930-х гг. балтийские осетры вылавливались, главным образом, в р. Нева и Ладожском озере, уловы достигали 6 т в год (Чаликов, 1949). Во второй половине XX в. произошло резкое сокращение численности балтийского осетра, и европейская популяция атлантического осетра *Acipenser oxyrinchus* в настоящее время имеет статус «исчезнувших на региональном уровне» (Regionally extinct) (ICES, 2019).

Внимание к атлантическому осетру привлекли работы по восстановлению популяции в бассейне Балтийского моря специалистов из Германии, Польши, Эстонии.

Многолетний опыт искусственного воспроизводства осетровых видов рыб на рыболовном заводе Конаковский позволил специалистам ВНИИПРХ, филиалов системы ФГБНУ «ВНИРО» и других учреждений в области осетроводства оценить потенциал производственных мощностей завода и экономическую составляющую восстановления популяции атлантического осетра в бассейне Балтики и создания маточного стада этого вида.

Атлантический осётр – проходной вид, живёт и созревает в море, нерестится в пресной или солоноватой воде. Взрослые самки атлантического осетра достигают средней длины 2–3 м, массы – от 100 до 200 кг, зрелые самцы имеют меньшие размеры 1,4–2,1 м в длину и массы 50–100 кг (DFO, 2013). Нерест происходит на каменисто-галечном грунте в руслах рек в весенне-летний период. Плодовитость составляет 800–1200 тыс. икринок. Развитие икры при температурах 18–20°C занимает 4–6 сут. По одним данным, молодь в течение первого года жизни постепенно скатывается от мест нереста на нагул в море (Неелов, 2018), по другим – молодь скатывается в море при длине тела 76–92 см в возрасте 3–5 лет (Smith, Clugston, 1997). Как правило, производители атлантического осетра идут на нерест в свои родные реки (Collins et al, 2000), что подтверждается наличием чётких генетических различий между популяциями разных рек и, особенно, разных североамериканских DPS (Wehrel et al., 2008; Wirgin et al, 2012). Атлантические осётры живут до 60 лет. Максимальный вес самки *A. oxyrinchus* – 368 кг, эта особь выловлена в

июле 1924 г. в 65 милях от устья эстуария р. Сент-Джон (Murawski, Pacheco, 1977).

Атлантический осётр *Acipenser oxyrinchus* – вид с довольно высокой степенью эвригалинности и эвритермности, что позволяет ему освоить ареал от полярного круга до субтропиков, а в историческом прошлом, возможно, и до тропической зоны (Allen et al., 2014; Atlantic sturgeon, 2018). Североамериканские популяции атлантического осетра представлены шестью популяционными группами, существенно отличающимися по генетическим и экологическим особенностям. У всех этих популяций для молоди характерен достаточно продолжительный речной период жизни, и затем длительное обитание в эстуариях с пониженной солёностью. В открытый океан могут выходить только взрослые особи этого вида (Чернова, Лайус, 2018).

В соответствии с поручением Руководителя Федерального агентства по рыболовству И.В. Шестакова от 05 ноября 2020 г. была разработана Научно-производственная программа по восстановлению балтийского осетра в России совместно с ФГБНУ «ВНИРО», ФГБУ «Главрыбвод» (Научно-производственная программа..., 2021) и при участии привлечённых экспертов из других организаций.

Настоящая научно-производственная программа призвана решать одновременно три важнейшие задачи:

- восстановление полностью исчезнувшего балтийского осетра в его историческом ареале в России с целью сохранения биоразнообразия;

- создание первого в России маточного стада атлантического осетра и введение его в отечественную аквакультуру, в том числе товарную;

- создание многочисленной и устойчивой популяции балтийского осетра, в будущем способным стать ценнейшим объектом рыболовства в Западном ры-

бохозяйственном бассейне (Научно-производственная программа..., 2021).

Целью работы является оценка производственных мощностей отдела «Конаковский» по разведению и созданию ремонтно-маточного стада атлантического осетра *Acipenser oxyrinchus* для восстановления популяции данного вида в бассейне Балтийского моря, исходя из определенного объема посадочного материала.

Для выполнения указанной цели необходимо решить следующие задачи: разработать биотехнологические приёмы и методы выращивания атлантического осетра в условиях УЗВ в отделе «Конаковский»; оценить финансовые затраты на разведение, содержание атлантического осетра и транспортировку его молоди к местам выпуска.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на Конаковском заводе Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»).

Объектом исследования является атлантический осётр. В соответствии с Научно-производственной программой по восстановлению атлантического осетра *Acipenser oxyrinchus* в России предполагается закупка 3 кг (200–210 тыс. шт.) оплодотворенной икры атлантического осетра на ферме из хозяйства на р. Сент-Джон в Северной Канаде и доставка ее в аэропорт г. Москвы в летний период. Процент оплодотворения икры планируется не ниже 75% (по информации поставщика, Канадской компании «Acadian Sturgeon and Caviar»). Цикл выращивания рыб планируется осуществлять от стадии оплодотворённой икры до половозрелых особей в установках замкнутого водоснабжения в отделе «Конаковский» в течение 10 лет.

В процессе выращивания будет осуществляться контроль 4 раза в сутки (по

необходимости постоянно) за гидрохимическими показателями воды в рыбоводных емкостях и их соответствие нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, отраженным в приказе Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552.

Измерение температуры и кислорода, планируется осуществлять термооксиметром OxyGuard Handy Polaris.

Перевод личинок на смешанное питание предполагается проводить с применением декапсулированных яиц артемии и стартового корма для осетровых рыб, с содержанием сырого протеина от 60% и жира – 10%, размер гранул 0,2–0,4 мм. По мере роста молоди планируется использовать корм с содержанием сырого протеина от 47 до 58%, жира – от 15 до 20%, гранулы до 1,5 мм.

В период подращивания молоди атлантического осетра специалистами лаборатории ихтиопатологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») будет осуществляться контроль за здоровьем рыб, включающий в себя плановые ихтиопатологические исследования на инфекционные и инвазионные заболевания, оценку качества воды в бассейнах на микробиологические показатели.

На стадии достижения молодью 10 г рыба будет перераспределена между несколькими рыбоводными предприятиями и примерно 10% будет выпущено в естественную среду обитания.

Всего в процессе выращивания атлантического осетра в отделе «Конаковский» будет непосредственно задействовано два сменных рыбовода, также планируется привлечь иных работников завода, сотрудников ВНИИПРХ и специалистов других научных организаций.

Краткая характеристика предполагаемого объекта выращивания представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Характеристика предполагаемого объекта выращивания\*

Название вида: – русское – латинское	Атлантический осётр <i>Acipenser oxyrinchus</i> Mitchell, 1815
Возраст наступления полового созревания, лет: – самки – самцы	10–20 6–15
Масса при достижении половой зрелости, кг: – самки – самцы	100–200 50–100
Относительная плодовитость, тыс. шт. икринок/кг	400–8000
Тип питания	Бентофаг

**Примечание:\*** – Информация приводится по литературным данным (Murawski, Pacheco, 1977; ASSRT, 2007)

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с Планом реализации научно-производственной Программы по восстановлению атлантического осетра в России (утверждена 29.06.2021), оплодотворенную икру в количестве 3 кг планируется получить из фермерского хозяйства расположенного на р. Сент-Джон в Северной Канаде. По прибытию в аэропорт г. Москвы после прохождения Таможенного и ветеринарного контроля, оплодотворенная икра автотранспортом будет доставлена в «Конаковский» отдел для прохождения карантинных мероприятий (в соответствии с требованиями Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Тверской и Ярославской областям).

По действующим в России рыболовным нормативам по инкубации, получению, выращиванию личинок и молоди осетров из указанного количества икры ожидается получить около 35 тыс. шт. молоди атлантического осетра (приблизительно по 12 тыс. шт. из каждого кг живой икры).

Для расчета выживаемости молоди от икры на разных этапах выращивания

планируется использовать нормативы по выращиванию экологически близкого вида – севрюги (Чебанов, Галич, 2013) и данные немецких специалистов по выращиванию атлантического осетра в аквакультуре, а также опыта «ВНИИПРХ» по выращиванию и формированию маточного стада сахалинского осетра (*Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892).

Производственные мощности цеха в отделе «Конаковский» состоят: цех 600 кв. м, установка УЗВ объемом 100–150 куб. м, производительность 1,5 млн шт. молоди осетровых рыб в год. Для проведения карантинных мероприятий и выращивания молоди предполагается выделить полностью изолированную секцию УЗВ, исключающую возможность попадания сбросной воды в естественную среду обитания.

Рыбоводно-биологические показатели планируемого объекта выращивания атлантического осетра и перечень необходимого оборудования представлены в таблице 2.

В три вкладыша аппарата «Осетр» будет заложено 150 тыс. шт. икринок атлантического осетра. Перед размещением икры рыболовное оборудование (инкубационные аппараты) в це-

**Таблица 2.** Рыбоводно-биологические показатели выращивания атлантического осетра в отделе «Конаковский»

Показатели	Значения, тыс. шт.	Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>2</sup>	Продолжительность этапа, сут.	Температура, °С	Количество рыбоводных емкостей, шт.	Кормление
Оплодотворенная икра, тыс. шт. (3 кг, процент оплодотворения икры %75, фактически 2,25 кг)	150,0	1 кг на вкладыш аппарата «Осетр»	1–2	17–19	3	не осуществляется
Количество однодневных личинок, тыс. шт. (65 %)	97,5	4,0	6*	18–20	32	не осуществляется
Количество личинок перешедших на активное питание, тыс. шт. (47,8%)	41,3	1,7	10	19–21	32	Декапсулированные яйца артемии
Молодь до 3 г, тыс. шт. (77,3 %)	31,9	1,3	20–30	19–21	32	стартовые корма
Молодь до 10 г, тыс. шт. (84,7%)	27,0	0,7	10–15	21–23	50	стартовые корма
*Примечание. После -6ти дневного выдерживания личинок ожидаемая выживаемость будет %88,5, что соответствует следующим показателям	86,3	3,6		18–20	32	

лях профилактики будет обработано йодином.

В процессе инкубации при необходимости предполагается проводить профилактическую обработку икры медикаментозными препаратами, а также удаление погибших икринок с целью недопущения развития сапролегниоза.

Отбор проб развивающейся икры будет проводиться 1–2 раза в сутки для определения стадий и процента развития икры. Вылупившиеся личинки поступают в личиночный накопитель с плотностью посадки 10,0 тыс. шт./м<sup>2</sup>, за-

тем рассаживаются в выростные бассейны с плотностью посадки 4,0 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Ежедневно производится чистка бассейнов с помощью сифонов и губки.

Для оценки рыбоводно-биологических и морфологических показателей отбор личинок предполагается осуществлять с интервалом 5 сут. (прижизненно) (по 10 шт.), всего будет отобрано 50 проб молоди для получения данных о росте и развитии.

Для контроля за здоровьем атлантического осетра регулярно 2 раза в неделю планируется проводить оценку

эпизоотического благополучия воды, в которой рыба выращивается и при необходимости осуществлять обеззараживание. При появлении подозрений на инфекционные или инвазионные заболевания будет проводиться отбор материала для исследований.

Для выращивания атлантического осетра будет работать одна линия УЗВ, потребление электроэнергии 10 кВт/ч.

Потребность в искусственных осетровых стартовых кормах (на примере рационов линейки с осетровой рецептурой) представлена в таблице 3.

**Таблица 3.** Необходимое количество стартовых кормов для выращивания молоди атлантического осетра до навески 10 г

Размер крупки, мм	Общая масса корма, кг
0,3	5
0,4	10
0,5	30
0,8	70
1,1	90
1,5	100

Общая стоимость затрат на закупку кормов ориентировочно составит около 208 тыс. руб. при средней цене за 1 кг 680,0 руб.

Молодь с массой тела 0,8 г может быть размещена в бассейнах при плотности посадки 1300 шт./м<sup>2</sup> воды и выращиваться в течение 20 сут. при выживаемости 90% с коэффициентом конверсии корма 0,5 (российский кормовой коэффициент равен 2).

Суточные нормы кормления зависят от температуры воды и составят при температуре 19°C около 7% от массы тела. Личинок, перешедших на экзогенное питание, планируется начинать кормить (науплиями артемии), расход

составит ориентировочно 15 кг при стоимости за 1 кг около 3,0 тыс. руб. По достижении массы тела 28 г оптимальные нормы кормления составят 3% в сут. (при 17°C); по достижении 60 г – 1,5% (при 15 °C).

Оптимальные пищевые потребности атлантического осетра до настоящего времени не были должным образом исследованы, однако приемлемый рост и выживаемость молоди атлантического осетра были продемонстрированы с использованием коммерческих разработанных диет, содержащих приблизительно 48–59% белка, 16% жира и 7–12% золы (Mohler, 2003).

В соответствии с Планом реализации Научно-производственной программой по восстановлению атлантического осетра в России (Научно-производственной программа ....., 2021), молодь атлантического осетра в количестве 27,0 тыс. шт. (после прохождения карантинных мероприятий и с учетом % выживания) будет распределяться между другими рыбоводными предприятиями, в отделе «Конаковский» запланировано оставить для дальнейшего доращивания 58,3% молоди – около 15770 шт.

Часть молоди массой 10 г, оставшейся в отделе «Конаковский» (около 1400 шт.) планируется выпустить в водные объекты бассейна Финского залива и Ладожского озера, ориентировочно местом выпуска молоди выбран район поселка Ропша Ленинградской области у р. Стрелка. Перевозка молоди будет осуществляться на специально оборудованном автотранспорте.

Расходы по доставке молоди осетра до места выпуска включают: расстояние на маршруте пос. Рыбное – отдел «Конаковский» (на заводе будет осуществлена погрузка рыбоводной продукции) – место выпуска (район п. Роп-

ша) – пос. Рыбное составляет около 1410 км, стоимость топлива 1 л – около 60 руб., расход на 100 км – 28 л, время в пути – 16,5 ч.; расходы на аэрацию воды, которая осуществляется либо газообразным кислородом (4 баллона по 40 л ориентировочной стоимостью 1100 руб./баллон, либо жидким кислородом 250 л ориентировочной стоимостью 55 руб./л) – затраты на кислород составят от 4400 до 13750 руб.; дополнительно потребуется оформление ветеринарного свидетельства на вывоз рыболовной продукции, ориентировочная стоимость – 500 руб.

Молодь атлантического осетра, достигшую массы 10 г в количестве чуть более 1000 шт. планируется разместить в бассейнах для дальнейшего выращивания с целью формирования репродуктивного стада атлантического осетра в количестве 150 шт., из них самок – 100 шт. и самцов – 50 шт.

Кормление ремонтных групп атлантического осетра планируется осуществлять гранулированными кормами для ремонтно-маточных стад осетровых видов рыб.

Для определения стоимостной оценки выращивания и содержания атлантического осетра в отделе «Конаковский» был проведен расчёт затрат на разных этапах содержания рыбы – от оплодотворённой икры до ремонтно-маточного стада.

Затраты (с учётом доставки из аэропорта «Шереметьево» в отдел «Конаковский») на выращивание оплодотворённой икры осетра до молоди навеской 400 г (с учётом выпуска молоди средней навеской 10 г в водные объекты Ленинградской области) представлены в таблице 4.

Программа по восстановлению атлантического осетра Межправительственного соглашения HELCOM и на-

циональные программы прибалтийских стран ЕС рассчитаны на 10-летний период. По мнению российских специалистов не меньший срок потребуется и при реализации отечественной Программы для решения основных поставленных задач в российском секторе Балтики. В соответствии с Программой по восстановлению атлантического осетра в России, предполагается создать свое ремонтно-маточное стадо на базе отдела «Конаковский». По литературным данным впервые самки атлантического осетра созревают в 10 лет, самцы – в 6 лет (Murawski, Pacheco, 1977; ASSRT, 2007).

Затраты на выращивание молоди до полового созревания представлены в таблице 5.

Затраты на содержание ремонтно-маточного стада атлантического осетра в течение года из расчета самок – 100 шт., самцов – 50 шт. представлены в таблице 6.

Согласно проведенным расчетам, содержание одной особи атлантического осетра в течение одного года составит более 44 тыс. руб.

Следует обратить внимание, что ежегодно затраты на содержание ремонтно-маточного стада могут увеличиться, данное повышение будет обусловлено ростом индекса потребительских цен, % индексации заработной платы, тарифами (утвержденными для ресурсоснабжающих организаций) и иными факторами.

Результат проведенного анализа и экономических расчетов на содержание всего цикла выращивания атлантического осетра от икры до производителей на примере отдела «Конаковский», показал, что общие планируемые затраты составят 76 911,0 тыс. руб.

Таким образом, представленная информация по финансовой оценке разведе-

**Таблица 4.** Планируемые затраты на выращивание атлантического осетра от оплодотворенной икры до навески 400 г (с учётом выпуска молоди средней навеской 10 г в водные объекты Ленинградской области)

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.
	<i>Прямые затраты</i>	3 364 890,00
1	Заработная плата с начислениями	1 068 760,00
2	Электрическая энергия	343 430,00
3	Теплоснабжение	166 140,00
4	Транспортные услуги	61 680,00
5	Корма	1 458 650,00
6	Амортизация	223 150,00
7	Прочие работы, услуги	7 280,00
8	Прочие материальные запасы	35 800,00
	<i>Затраты на общехозяйственные нужды</i>	889 890,00
	<b>Итого:</b>	<b>4 254 780,00</b>

**Таблица 5.** Планируемые затраты на выращивание молоди до полового созревания

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.
	<i>Прямые затраты</i>	51 493 970,00
1	Заработная плата с начислениями	10 696 530,00
2	Электрическая энергия	12 886 310,00
3	Корма	27 045 690,00
4	Прочие работы, услуги	619 230,00
5	Прочие материальные запасы	246 210,00
	<i>Затраты на общехозяйственные нужды</i>	14 519 950,00
	<b>Итого:</b>	<b>66 013 920,00</b>

**Таблица 6.** Планируемые затраты на содержание ремонтно-маточного стада атлантического осетра

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.
	<i>Прямые затраты</i>	5 326 500,00
1	Заработная плата с начислениями	731 220,00
2	Электрическая энергия	1 046 100,00
3	Корма	3 362 580,00
4	Прочие работы, услуги	75 390,00
5	Прочие материальные запасы	111 210,00
	<i>Затраты на общехозяйственные нужды</i>	1 315 800,00
	<b>Итого:</b>	<b>6 642 300,00</b>
	<b>Итого затраты на 1 шт.:</b>	<b>44 282,00</b>

дения атлантического осетра позволит рыболовным хозяйствам оценить свои возможности по содержанию атлантического осетра в рамках восстановления численности популяции данного вида в бассейне Балтийского моря.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Научно-производственная Программа по восстановлению балтийского осетра в России, 2021 г. 65 с.

Неелов А.В. Атлантический осетр // Красная книга Санкт-Петербурга, 2018. С. 403.

Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Электронный ресурс – Доступ из справ. – прав. системы «Консультант-Плюс». <https://base.garant.ru/71586774>

Решение Комиссии Таможенного союза от 18.06.2010 N 317 (ред. от 11.01.2022) «О применении ветеринарно-санитарных мер в Евразийском экономическом союзе» (вместе с «Положением о Едином порядке осуществления ветеринарного контроля (надзора) на таможенной границе Евразийского экономического союза и на таможенной территории Евразийского экономического союза», «Едиными ветеринарными (ветеринарно-санитарными) требованиями, предъявляемые к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору)»). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102177](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102177)

Чаликов Б.Г. Атлантический осетр – *Acipenser sturio* L. // Промысловые рыбы СССР, М.: Пищепромиздат, 1949. С. 69–71.

Чебанов М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / Чебанов М.С., Галич, Е.В. // Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. Анкара: ФАО, 2013. 235 с.

Чернова Н.В., Лайус Д.Л. Европейский осетр, острорылый осетр // Красная книга Ленинградской области. Животные, 2018. С. 341–343.

Allen P.J., Mitchell Z.A., De Vries R.J., et al. Salinity effect on Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* Mitchell, 1815) growth and osmoregulation // J. Appl. Ichthyol., 2014. V. 30. P. 1229–1236.

Artyukhin E., Vecsei P. 1999. On the status of Atlantic sturgeon: conspecificity of European *Acipenser sturio* and North American *Acipenser oxyrinchus*. J. Appl. Ichthyol. N 15. P. 35–37.

Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*). Ecological Risk Screening Summary U.S. Fish and Wildlife Service. <https://www.fisheries.noaa.gov/species/atlantic-sturgeon>

ASSRT (Atlantic Sturgeon Status Review Team). 2017. Status Review of Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*) // Report to National Marine Fisheries Service, Northeast Regional Office. (23 February 2012). 175 p.

Brundage H.M., Meadows R.E. 1982. Occurrence of the endangered shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*, in the Delaware River estuary // Estuaries. 1982. Vol. 5, N. 3. P. 203–208.

Collins M.R., Smith T.I.J., Post W.C., Pashuk O. Habitat utilization and biological characteristics of adult Atlantic sturgeon in two South Carolina rivers. Trans // of American Fish. 2000, N. 129. P. 982–988.

DFO. Evaluation of Atlantic sturgeon from the Bay of Fundy Population to inform a CITEC Non-detriment Finding // DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2013c. 2013/047. 9 p. [http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/SAR-AS/2013/2013\\_047-eng.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/SAR-AS/2013/2013_047-eng.pdf)

Ludwig A., Debus L., Lieckfeldt D. et al. When the American sea sturgeon swam east // Nature. 2002. № 419. P. 447–448.

ICES. Baltic Sea Ecoregion – Ecosystem overview. Version 2: 21 January 2019, 25.

Mohler, J.W. Culture manual for the Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*

U.S. Fish and Wildlife Service, Handley, Massachusetts. 2003. 66 p.

Murawski S.A., Pacheco A.L. Biological and fisheries data on Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus* (Mitchill) // National Marine Fisheries service Technical series Report. 1977. N. 10. P. 1–69.

Paaver T. A common or Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio* was caught in Estonian water of Baltic Sea // Sturgeon Quarterly. 1996. N 4. P. 3–7.

Smith T.I.J., Dingley J.C., Marchette E.E. Induced spawning and culture of Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus* // Prog. Fish Cult. 1980. N 42. P. 147–151.

Smith T.I.J., Clugston, J.P. Status and management of Atlantic sturgeon, *Acipenser*

*oxyrinchus*, in North America // Environmental Biology of Fishes. 1997. N 48. P. 335–346.

Wehrell S., Dadswell M.J., Redden A.M. 2008. Population characteristics, Movement, and Population Estimate of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) in Minas Basin, Bay of Fundy, during the Summer of 2007 // Technical Report. ACER Publ., January 2008. N 90. 8 p.

Wirgin I., Maceda L., Waldeman J.R., Wehrell S., Dadswell M., King T. Stock origin of migratory Atlantic sturgeon in Minas basin, inner Bay of Fundy, Canada, determined by microsatellite and mitochondrial DNA analysis // Transactions of the American Fisheries Society. 2012. N 141. P. 1389–1398.

#### AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

### POSSIBILITY OF BREEDING OF ATLANTIC STURGEON AT THE KONAKOVSKY FISH FACTORY

© 2022 г. V.Y. Zharikova<sup>1,2</sup>, A.V. Mishchenko<sup>1</sup>, M.S. Karavayeva<sup>1</sup>,  
O.Y. Vilko<sup>3</sup>, K.V. Zharikov<sup>3</sup>

1 – Branch for the Freshwater Fisheries of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries (VNIIPRH). Federal Agency for Fisheries (Rosrybolovstvo), Rybnoye 141821

2 – Dmitrov Fisheries Technological Institute (branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Technical University») Federal Agency for Fisheries (Rosrybolovstvo), Dmitrovsky urban district, Rybnoye, 141821

3 – Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 105187

The results of the analysis and economic calculations for ensuring the entire cycle of growing Atlantic sturgeon from caviar to producers in the Konakovskiy fish factory, and the planned total costs are shown. Information on the financial assessment of the breeding of the Atlantic sturgeon will allow fish farms to assess their ability to keep the Atlantic sturgeon in order to restore the population of this species in the Baltic Sea basin.

**Keywords:** Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*), replacement brood stock, Konakovo fish factory, starter feed.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АКВАКУЛЬТУРЫ ЧЕРЕЗ РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© 2022 г. О.И. Бетин<sup>1</sup>, А.С. Труба<sup>2</sup>, В.П. Черданцев<sup>3</sup>, М.В. Тронина<sup>4</sup>

1 – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 105187

2 – Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве – филиал Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства (ВНИОПТУСХ – филиала ФНЦ ВНИИЭСХ), г. Москва, 111622

3 – Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова (Пермский ГАТУ), г. Пермь, 614990

4 – Уральский НИИ экономической безопасности и развития сельских территорий, г. Екатеринбург, 620137  
E-mail: truby.anatoly@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.06.2022 г.

Ежегодно мировые запасы водных биологических ресурсов истощаются, поэтому разведение и выращивание рыбы, креветок и моллюсков становится надежным способом обеспечить население достаточным количеством рыбы и морепродуктов. В последнее время аквакультура столкнулась с серьезными проблемами, включая ограниченное видовое разнообразие, трудоёмкость технологических процессов, загрязнение окружающей среды, болезни рыб и другие. Для её воспроизводства нужны новейшие технологии для повышения производства продукции и эффективности бизнес-процессов. Новейшие технологии, включая искусственный интеллект, рециркуляционные системы аквакультуры, альтернативные белки и масла для замены рыбной муки и рыбьего жира, блокчейн для маркетинга и Интернет вещей могут стать решением для устойчивого и прибыльного развития аквакультуры. В статье дается обзор некоторых из новейших технологий, а также рассматриваются возможности интеграции этих технологий в аквакультуру для прорывного развития отрасли.

*Ключевые слова:* аквакультура, информационные – цифровые технологии, искусственный интеллект, корма для рыбы.

### ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура в форме прудового разведения рыбы для продажи зародилась в Китае. Об этом свидетельствуют различные источники, самые ранние из которых датируются примерно 1020 г. до н.э. В последние несколько десятиле-

тий аквакультура стала самым быстрорастущим сектором сельского хозяйства. По оценкам Food and Agriculture Organization (FAO), в период 2013–2020 гг. продукция аквакультуры превысила продукцию дикого рыболовства (FAO, 2020).

На рисунке 1 представлены достижения науки и технологий с конца XX в. и по настоящее время, которые стали драйверами развития аквакультуры. Многие технологии применялись в различных компонентах аквакультуры, с общей целью – повышение эффективности производства продукции.

микроводоросли, коловратки, креветки и других веслоногих рачков, разведённых в инкубаториях, устранило проблему в культивировании некоторых морских видов рыбы (Conceição et al, 2010); селекционное разведение с помощью количественной генетики значительно улучшило коммерчески важные при-

### Компоненты аквакультуры



Рис. 1. Технологии, применяемые в аквакультуре за последние 50 лет.

С точки зрения видов, кормов, производственных систем, болезней, продуктов, бизнес-структур и маркетинга аквакультура более диверсифицирована, чем другие сектора сельского хозяйства. Научные и технологические достижения принесли пользу практически всем аспектам аквакультуры (маркетинг, видовое разнообразие, корма, состояние водной среды). Многие из представленных на рисунке технологии внесли значительный вклад в увеличение производства данной продукции.

Например, усовершенствование репродуктивных технологий позволило замкнуть жизненные циклы аквакультурных видов, что обеспечило их видовую диверсификацию (Вебер, Ли, 2014); использование живых кормов, включая

знаки более 60 разновидностей организмов аквакультуры (Гьедрем, Робинсон, 2014); технология реверсии пола и ДНК-маркеры, связанные с определением пола, позволили получить однополых особей тилапии, жёлтого сома и речных креветок; молекулярное происхождение сделало возможным внутрисемейный отбор при массовых скрещиваниях, тем самым была снижена опасность инбридинга (Чу и др., 2020); картирование QTL (количественного локуса признаков) и селекция с помощью маркеров (MAS) сделали возможным отбор признаков, которые определяются отдельными генами и несколькими основными генами (Хьюстон и др., 2020); улучшенные рецептуры кормов, основанные на пищевых потребностях каждого вида

рыб, позволили повысить коэффициент конверсии корма и снизить стоимость корма (Такон, Метиан, 2015); технологии борьбы с болезнями снизили заболеваемость в аквакультуре (Келли Ренукдас, 2020).

Несмотря на то, что представленные выше и многие другие инновационные технологии способствовали значительному развитию данного направления, для обеспечения постоянно растущего спроса на рыбу и морепродукты увеличивающегося населения Земли, необходимо наращивать объёмы производства продукции. Ухудшение состояния окружающей среды, сокращение предложения по сырью для производства рыбной муки, являющейся важным ингредиентом кормов негативно влияет на возможности производства достаточного количества продукции аквакультуры для удовлетворения спроса на продукцию.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сегодня все больше и больше новых технологий разрабатываются и внедряются в отрасль аквакультуры. Новейшие технологии предлагают новые способы повышения мирового производства рыбы и морепродуктов и повышению прибыльности аквакультуры. Они включают в себя геномную селекцию (GS), редактирование генома (GE), информационные и цифровые технологии, замкнутые системы аквакультуры с использованием солнечной энергии, аквакультуру в открытом океане («оффшорная» аквакультура), новые маркетинговые стратегии на основе блокчейна, интеграция различных компонентов аквакультуры с Интернетом вещей (IOT) и другие (рис. 2).

Информационные и цифровые технологии имеют весьма широкий инженерный ряд, включая: робототехнику,

дроны, датчики, искусственный интеллект (ИИ), 3D-печать, дополненная реальность (AR), визуальную реальность (VR) и блокчейн. Эти технологии связаны с фермами через спутники, интернет вещей (IoT) и мобильные телефоны. Безусловно, формат статьи не позволяет описать все эти технологии, поэтому далее рассмотрим некоторые из них.

##### 1. Робототехника в аквакультуре.

Производство аквакультуры – сложный процесс. Многие этапы, включая кормление, очистку прудов и сетей, наблюдение за поведением и удаление больных рыб, являются трудоёмкими и дорогостоящими, и без использования машин они трудновыполнимы. Решить этих сложные задачи в аквакультуре помогают роботы, которые могут применяться для кормления, очистки прудов и сетей, введения вакцин и удаления больных рыб.

Следовательно, робототехника имеет большой потенциал для выполнения некоторых трудоёмких и рискованных задач в данном процессе. Например, автоматизированные подводные роботы уже использовались для проверки и очистки состояния сетей в лососевой индустрии, что привело к сокращению числа операций, выполняемых человеком (Паспалакис и др., 2012). Они также использовались для наблюдения за состоянием здоровья рыб, мониторинга и предотвращения побегов выращиваемой рыбы.

На самом деле, роботы могут сделать аквакультуру более прибыльной, потому что могут работать непрерывно в плохих условиях окружающей среды и без помощи человека. Например, можно следить за поведением рыб в режиме реального времени. (Круусмаа и др., 2020).

Однако важно отметить, что полностью автоматизированная аквакультура в настоящее время всё ещё невозможна

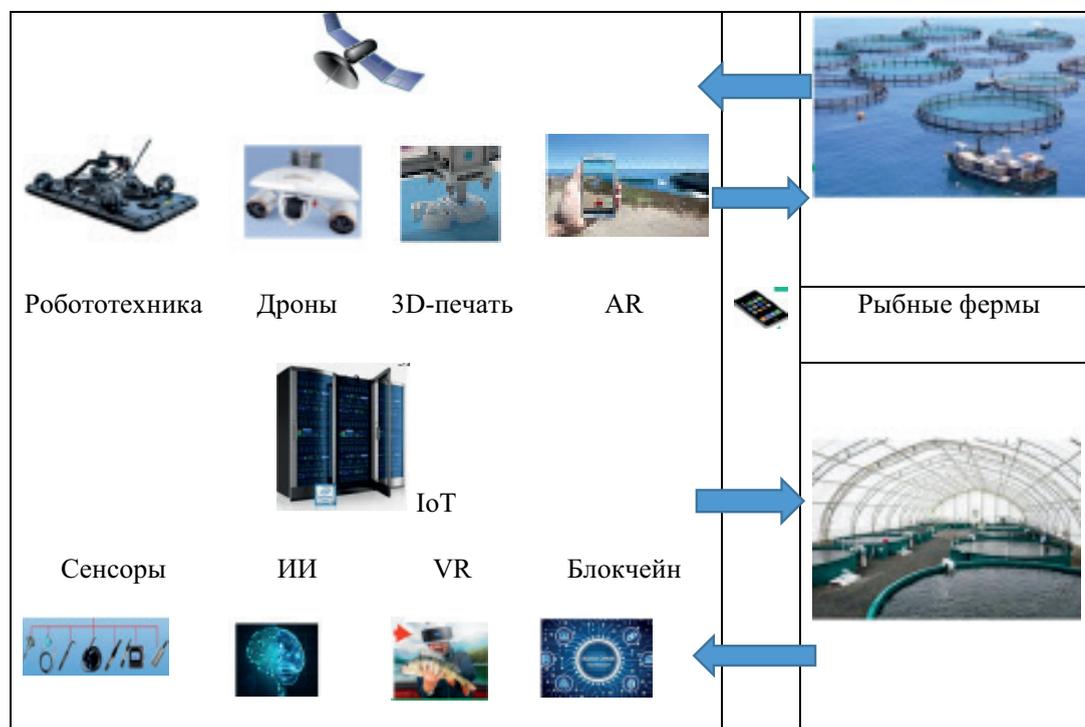


Рис. 2. Информационные/цифровые технологии в аквакультуре.

и может реализоваться не ранее, чем через 5–10 лет. Однако несомненно, что ближайшие годы принесут существенные изменения в цифровизацию аквакультуры, и разведение рыбы с помощью роботов будет развиваться более активно. Однако, следует отметить, что любая автоматизация с использованием робототехники должна учитывать специфику каждого вида, культурных систем и различных сред.

2. Датчики для измерения параметров воды, контроля кормления и состояния здоровья рыбы.

Их можно использовать для сбора параметров воды, включая уровни растворённого кислорода, значения pH, солёность, мутность и концентрацию загрязняющих веществ. На самом деле, многие из упомянутых выше роботов используют датчики для получения данных в режиме реального времени в воде. В аквакультуре были разработаны и применяются биосенсоры для анализа

уровней растворённого кислорода, солёности и температуры воды (Су и др., 2020). При разведении лососевых пород рыб можно отслеживать и регистрировать частоту сердечных сокращений и метаболизм отдельных особей. С помощью подводных датчиков, подключенных к сети Интернет, можно отслеживать состояние голода культивируемой рыбы в садках, прудах и реках и, таким образом, контролировать режим кормления. Правильное использование графика кормления, в соответствии со статусом голода, может реально регулировать потребление корма, тем самым снизить общие производственные затраты.

Датчики в воде в сочетании с облачным управлением и мобильным подключением будут поддерживать идеальную среду для рыб и обеспечивать оптимальное кормление для роста. В будущем важно разработать датчики, которые будут использоваться в режиме реального времени для измерения уров-

ня стресса у отдельных рыб и обнаружения патогенов в воде. Они должны быть способны подавать сильные сигналы, которые смогут быть обнаружены наземными, морскими или спутниковыми устройствами. Примером таких датчиков, уже разработанных и используемых на практике, могут послужить носимые устройства, определяющие уровень кортизола для измерения стресса и общего состояния здоровья человека.

3. Искусственный интеллект в аквакультуре.

Не смотря на то, что роботы и датчики обеспечивают быстрый сбор данных в режиме реального времени, принимать правильные решения на основе собранных данных по-прежнему очень сложно из-за большого объема данных. В настоящее время несколько научно-исследовательских институтов и стартапов, занимающихся технологиями аквакультуры, изучают и применяют искусственный интеллект (ИИ) для принятия более качественных и быстрых решений. С помощью ИИ производство аквакультуры может быть увеличено в течение короткого периода времени, что делает аквакультуру менее трудоемкой сферой.

Искусственный интеллект может использоваться в управлении кормушками, в контроле качества воды, в сборе и переработке продукции. В аквакультуре с его помощью можно контролировать потери ресурсов, при этом затраты сокращаются до 30% (Джотисваран и др., 2020).

Таким образом, искусственный интеллект может обеспечить контроль над системами производства рыбы с меньшими затратами, в том числе на техническое обслуживание оборудования. Тем не менее, он все еще имеет ограничения из-за недостаточности доступных данных. Их набор становится все более

важным, поэтому рыбоводческим фермам и крупным компаниям, занимающимся аквакультурой, необходимо делиться данными о производстве и маркетинге своей продукции. Только при наличии необходимых данных о продукции каждого вида в различных условиях культивирования и создания общедоступных баз, исследователи и фермеры смогут использовать более широкий спектр информации для разработки алгоритмов и принятия более точных и эффективных решений.

Возможной прорывной технологией в аквакультуре может стать замена наиболее важного кормового ингредиента, а именно, рыбной муки и рыбьего жира. Они являются побочными продуктами более мелкой кормовой рыбы, включая сельдь, криль и другие биоресурсы. Быстрый рост индустрии аквакультуры и растущий спрос на выращиваемую морскую рыбу привели к увеличению спроса и цен на эти ингредиенты за последние несколько лет. При нынешних растущих темпах производства продукции аквакультуры поставки рыбной муки не в состоянии удовлетворить потребности отрасли аквакультуры. (Хобарт и др., 2020).

В этой связи проводятся исследования на поиск альтернативы рыбной муке. Так, исследователи получили подтверждение эффективности замены рыбной муки на растительные белки, в том числе соевый белок. Кроме того, в корма для рыб в качестве заменителей рыбной муки были включены микро- и макроводоросли. В настоящее время высококачественный корм из водорослей по-прежнему стоит дорого, но дает многообещающие результаты (Хан и др., 2018). Многие компании-производители аквакормов работают над его улучшением, используя водоросли и повышая их ценовую доступность.

Еще один перспективный вариант замены рыбной муки – это белки на основе насекомых. Черная львиная муха и сверчки имеют хорошие показатели и могут стать альтернативой рыбной муке. Были установлены протоколы культивирования этих насекомых с использованием пищевых отходов (Ван, Шеломи, 2017). Несколько компаний начали производить этих насекомых и расширили производство, чтобы снизить затраты.

Третий тип альтернативного белка – это одноклеточные белки (SCP). SCP производятся грибами, бактериями и водорослями. SCP имеют потенциал для удовлетворения потребностей в белке в индустрии кормов для аквакультур. Эксперименты с кормлением показали, что у атлантического лосося, радужной форели и белоногих креветок SCP способны заменить рыбную муку (Джонс и др, 2020). Таким образом, этот белок является перспективным заменителем рыбной муки.

В отношении рыбьего жира следует сказать, что в последние десятилетия были достигнуты значительные успехи в его замене в рецептурах кормов для рыб на растительные масла (Насопулу, Забетакис, 2012). Представляется, что растительные масла, такие как пальмовое и рапсовое, являются альтернативой рыбьему жиру и могут быть использованы в качестве компонентов кормов в аквакультуре.

## ВЫВОДЫ

Аквакультура играет важную роль в обеспечении населения высококачественными белками и много лет является самым быстрорастущим сектором производства продуктов питания. Потребность в рыбе и морепродуктах в ближайшие десятилетия существенно возрастет, поскольку растет числен-

ность населения. Развитие аквакультуры требует новых и прорывных технологий, которые смогут произвести революцию в индустрии аквакультуры. Хотя сектор аквакультуры является одним из самых медленных в плане внедрения новых технологий, последние достижения могут открыть возможности для устойчивого и прибыльного его развития. Однако существует большой разрыв между наличием новейших технологий и их реальным применением в индустрии аквакультуры. Интеграция технологий в системы аквакультуры – это, безусловно, сложный процесс. Для него требуется сочетание различных типов оборудования для аквакультуры, включая оборудование для обогащения кислородом, оборудование для кормления, различные типы датчиков и оборудование для очистки воды. Для работы этого оборудования необходимы соответствующие интерфейсы связи, режим передачи и другие параметры. Компоновка объектов в интегрированной системе аквакультуры должна быть оптимизирована, чтобы максимизировать их эффективность. Все эти факторы делают невозможным выполнение данной задачи для одного фермера или компании, занимающейся аквакультурой. Поэтому, рыбоводы, ученые, инженеры, разработчики программного обеспечения и экономисты должны работать вместе для эффективной интеграции технологий в отрасль, чтобы сделать ее более устойчивой и прибыльной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вебер Г.М., Ли К.-С. Текущие и будущие вспомогательные репродуктивные технологии для видов рыб, текущие и будущие репродуктивные технологии и мировой производитель продуктов питания Springer // Достижения в области экспериментальной медицины и биологии. 2014. № 752, Р. 33–76. URL: <https://>

doi.org/10.1007/978-1-4614-8887-3\_3 (дата обращения: 17.06.2022)

Ван Ю.-С., Шеломи М. Обзор чёрной солдатской мухи (*Hermetia illucens*) в качестве корма для животных и пищи для человека // *Foods*. 2017. № 6, Р. 91. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.09.003> (дата обращения: 17.06.2022)

Гьедрем Т., Робинсон Н. Достижения в области селекции водных видов: обзор сельскохозяйственных наук, № 5. 2014. Р. 1152. URL: <https://doi.org/10.4236/as.2014.512125> (дата обращения: 17.06.2022)

Джотисваран В., Велумани Т., Джаяраман Р. Применение искусственного интеллекта в рыболовстве и аквакультуре // *Biotica Research Today*. 2020. № 2. Р. 499–502. URL: <file:///C:/Users/USER/Desktop/Downloads/257-Article%20Text-378-1-10-20200702.pdf> (дата обращения: 17.06.2022)

Джонс С.У., Карпол А., Фридман С., и др. Последние достижения в области использования одноклеточного белка в качестве кормового ингредиента в аквакультуре. Современное мнение в области биотехнологий. 2020. № 61, Р. 189–197. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sorbio.2019.12.026> (дата обращения: 17.06.2022)

Келли А.М., Ренукдас Н.Н. Борьба с болезнями водных животных, управление здоровьем аквакультуры // Elsevier. 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813359-0.00005-1> (дата обращения: 17.06.2022)

Круусмаа М., Гклива Р., Тухтан Й. и др. Поведенческая реакция лосося на роботов в морской клетке для аквакультуры // *Королевское общество открытой науки*. 2020. № 7, Р. 191–220. URL: <https://doi.org/10.1098/rsos.191220> (дата обращения: 17.06.2022)

Насопулу И., Забетакис И. Преимущества замены рыбьего жира растительными маслами в комбикормах для рыб. Обзор // *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technology*. 2012. № 47, Р. 217–224. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.018> (дата обращения: 17.06.2022)

Паспалакис С., Мойрогиоргу К., Папандрулакис Н. и др. Автоматизированный контроль сети для рыбных клеток с использованием методов обработки изображений // *IET Image Processing*. 2020. № 14, Р. 2028–2034. URL: <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2019.1667> (дата обращения: 17.06.2022)

Су Х., Сутарли Л., Лох Х.Дж. Датчики, биосенсоры и аналитические технологии для контроля качества воды в аквакультуре. Исследование: Идеи для сегодняшних инвесторов, 2020. Р. 8272705. URL: <https://doi.org/10.34133/2020/8272705> (дата обращения: 17.06.2022)

Такон А.Г., Метиан М. Кормовые вопросы: Удовлетворение потребностей аквакультуры в кормах. Обзоры в области науки о рыболовстве и аквакультуре. 2015. № 23, Р. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209> (дата обращения: 17.06.2022) (10)

Хан Д., Чжан Х., Чжан У. и др. Пересмотр использования рыбной муки и связанных с этим последствий в китайской аквакультуре // *Обзоры в области аквакультуры*. 2018. № 10, Р. 493–507. URL: <https://doi.org/10.1111/raq.12183> (дата обращения: 17.06.2022)

Хобарт А., Васави Р., Махавадия Д. и др. Замена рыбной муки и рыбьего жира для приготовления водных кормов с использованием альтернативных источников: обзор // *Журнал экспериментальной зоологии Индия*. 2020. № 23, Р. 13–21. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338392541\\_FISH\\_MEAL\\_AND\\_FISH\\_OIL\\_REPLACEMENT\\_FOR\\_AQUA\\_FEED\\_FORMULATION\\_BY\\_USING\\_ALTERNATIVE\\_SOURCES\\_A\\_REVIEW](https://www.researchgate.net/publication/338392541_FISH_MEAL_AND_FISH_OIL_REPLACEMENT_FOR_AQUA_FEED_FORMULATION_BY_USING_ALTERNATIVE_SOURCES_A_REVIEW) (дата обращения: 17.06.2022)

Хьюстон Р.Д., Бин Т.П., Маккейн Д.Дж. и др. Использование геномики для ускорения генетического совершенствования в аквакультуре. Природа Рассматривает Генетику. 2020. № 21, Р. 389–409. URL: <https://www.nature.com/articles/s41576-020-0227-y> (дата обращения: 17.06.2022)

Чу Ю., Ван К., Дж. К. и др. Обзор конструкций садков и резервуаров для содер-

жания рыбы в открытом море // Аквакультура. 2020. № 519, Р. 734. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734928> (дата обращения: 17.06.2022)

FAO Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Устойчивое развитие в действии, Rome, Italy, 2020. URL: <https://www.fao.org/documents/card/ru/c/ca9229en/> (дата обращения: 17.06.2022)

org/documents/card/ru/c/ca9229en/ (дата обращения: 17.06.2022)

*Conceição L.E., Yúfera M., Makridis P. et al.* Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*. 2010. № 41, Р. 613–640. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02242.x> (дата обращения: 17.06.2022)

## AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

### INCREASING THE EFFICIENCY OF AQUACULTURE PRODUCTION THROUGH THE DEVELOPMENT OF INFORMATION AND DIGITAL TECHNOLOGIES

© 2022 г. O.I. Betin<sup>1</sup>, A.S. Truba<sup>2</sup>, V.P. Cherdantsev<sup>3</sup>, M.V. Tronina

1 – *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, 105187*

2 – *Russian Scientific-research Institute of organization of production, labor and management in agriculture is a branch of Federal state budgetary scientific institution «Federal research center of agrarian economy and social development of rural territories All-Russian research Institute of agricultural Economics» (VNIPTUSKH – branch of FSBSI Federal scientific center VNIIESKH, Moscow, 111622*

3 – *D.N. Pryanishnikov Perm State Agro-Technological University (FSBEI HE « Perm SATU»), Perm, 614095*

4 – *Ural Research Institute of Economic Security and Rural Development, Yekaterinburg, 620137*

Every year, the world's reserves of aquatic biological resources are depleted, so the breeding and cultivation of fish, shrimp and shellfish becomes a reliable way to provide the population with enough fish and seafood. Recently, aquaculture has faced serious problems, including limited species diversity, labor intensity of technological processes, environmental pollution, fish diseases and others. For its reproduction, the latest technologies are needed to increase the production of products and the efficiency of business processes. The latest technologies, including artificial intelligence, aquaculture recycling systems, alternative proteins and oils to replace fish meal and fish oil, blockchain for marketing and the Internet of Things can be a solution for sustainable and profitable development of aquaculture. The article provides an overview of some of the latest technologies, and also discusses the possibilities of integrating these technologies into aquaculture for the breakthrough development of the industry.

*Keywords: aquaculture, information and digital technologies, artificial intelligence, fish feed.*

## ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АКВАКУЛЬТУРЕ

© 2022 г. В.П. Черданцев<sup>1</sup>, Т.М. Свечникова<sup>1</sup>, М.В. Тронина<sup>2</sup>

*1 – Пермский государственный аграрно-технологический университет  
имени академика Д.Н. Прянишникова (Пермский ГАТУ), г. Пермь, 614990*

*2 – Уральский НИИ экономической безопасности и развития  
сельских территорий, г. Екатеринбург, 620137  
E-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru*

Поступила в редакцию 24.06.2022

В работе представлен обзор зарубежных практик использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) в рыбоводстве или аквакультуре. Отмечено, насколько эффективным может стать управление рыбоводческой фермой, если имеется доступ к новой информации, которая без использования искусственного интеллекта осталась бы незамеченной. С учётом того, что темпы развития аквакультуры в России очень незначительные и существенно отстают от зарубежных аналогов, а также принимая в расчёт активные процессы цифровизации всех сфер экономики в нашей стране, представляется, что обзор зарубежной практики применения искусственного интеллекта в аквакультуре позволит в дальнейшем создать собственную ресурсную базу по направлению искусственного интеллекта для сферы АПК.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, автоматизация, аквакультура, рыбоводство

### ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура – важная социально значимая отрасль, поскольку вместе с рыболовством она даёт средства к существованию для более чем 500 млн человек во всем мире. В России аквакультура развивается медленно, и темпы её развития несравнимы с зарубежными аналогами. Относительно недавно в нашей стране аквакультура стала рассматриваться как отдельная подотрасль сельского хозяйства. Вместе с тем, именно рыболовство и рыбоводство для многих регионов нашей страны является основной сферой занятости населения. Рыбоводческие хозяйства обеспечивают круглогодичное производство рыбной продукции, обеспечивая этим продовольственную

стабильность и устойчивость нашей страны в целом. Государство, как регулятор рынка АПК, заинтересовано в стабильном развитии аквакультуры, но для этого требуются высокотехнологичные инновации. К ним могут быть отнесены технологии искусственного интеллекта, давно и успешно применяемые в аквакультуре зарубежных стран. В современных условиях меняющейся экономической и политической ситуации обзор практик применения искусственного интеллекта в зарубежных странах видится крайне полезным с позиции его использования в российском рыбоводстве и формировании собственной базы искусственного интеллекта в аквакультуре – как научной, так и производственно-технологической.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Несмотря на то, что рыболовство и аквакультура обеспечивают существование населения во многих странах, сегодня многие мировые промыслы рыбы и морепродуктов подвергаются серьезному риску из-за антропогенного давления, включая чрезмерную эксплуатацию, загрязнение и изменение среды обитания. В частности, повышение температуры в атмосфере и океанах вызывает изменения в характере осадков, что влияет на качество воды, которое, в свою очередь, поддерживает оптимальное состояние водной среды и жизнедеятельность ее обитателей (Исчезнувшие источники воды (реки, озера, моря), 2021).

В ряде районов мира часть внутренних водоёмов пересыхает. Организацией Объединенных Наций этот процесс отнесен к разряду экологических катастроф глобального масштаба. За последние три десятилетия почти 90 000 км<sup>2</sup> поверхностных вод полностью исчезли с лица Земли. Из них 70% приходится на водные объекты стран Среднего Востока и Центральной Азии. Примером таких объектов являются Аральское море, Мёртвое море, озеро Чад (Центральная Африка), озеро Оуэнс (США, штат Калифорния), Большое солёное озеро (США, штат Юта), озеро Юэяцюань (Китай) и другие объекты. Во многих районах мира исчезают и малые реки (Исчезнувшие источники воды (реки, озера, моря), 2021).

В других районах разрушительные наводнения становятся обычным явлением. Если ранее такие серьезные наводнения в основном фиксировались в странах Юго-Восточной Азии, то теперь география изменилась, и в 2022 г. с последствиями разрушительных наводнений столкнулась Бразилия, Канада, ЮАР. Экономика наших стран также

ежегодно страдает от наводнений. Так например, в 2022 г. с этим опасным природным явлением столкнулись жители Якутии, Приангарья и других регионов (Известия: официальный сайт. Наводнения, 2022).

Не вызывает сомнения, что все эти события негативно влияют на сезонные модели наличия рыбы и рыболовной деятельности, а также подрывают устойчивость существования прибрежных сообществ, основным видом экономической деятельности которых является добыча рыбы и морепродуктов.

Другой негативной тенденцией является то, что сегодня запасы дикой рыбы существенно снижаются в связи с незаконными и разрушительными методами рыболовства, и причиной этому – недостаточная эффективность государственного администрирования и управления данной сферы.

Дополнительными проблемами являются высокие так называемые «последствия» потери (производственные, логистические издержки) и барьеры для местных сообществ на доступ к вылову рыбных ресурсов (журнал «Fishnews», 2022).

Тем временем аквакультура расширяется по всему миру, предоставляя возможности для улучшения питания и сокращения бедности для населения многих стран.

Отрасль может гордиться своей 50-летней эволюцией. В 1960–1970-х гг. зарождающиеся производственные предприятия давали не более сотни тонн рыбы и требовали большого количества персонала. И уже к началу XXI в. отрасль превратилась в крупномасштабное коммерческое фермерство с отдельными участками, производящими более 3000 т (Kumar, Engle, 2016).

В докладе Продовольственной и сельскохозяйственной организации

Объединённых Наций (ФАО) «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры» представлены основные итоги развития отрасли за 2021 г. Отмечается, что аквакультура во всем мире столкнулась со сложностями, обусловленными пандемией COVID-19. Были проблемы с реализацией продукции, поскольку не работал сектор общественного питания: фермерские хозяйства оказались переполнены рыбой, а фермеры испытывали недостаток в кормах. Были и проблемы с поиском рабочей силы.

Вместе с тем, вынужденный простой дал всем, кто занимается производством рыбы и морепродуктов, взглянуть на отрасль объективно и задуматься о системных проблемах отрасли. Основная проблема связана с устареванием всей инфраструктуры цепочки создания стоимости рыбы морепродуктов, от лодок до переработки. Все это требует реинвестирования, поэтому COVID-19 вызывает переосмысление всех бизнес-процессов индустрии рыболовства и морепродуктов, включая цепочки поставок.

Как отмечают эксперты, после пандемии выявились три позитивных фактора, способствующих развитию аквакультуры:

- развитие новых рынков, таких как причальные продажи, фермерские рынки и прямые поставки;

- рост заинтересованности покупателей в продукции местного производства;

- рост объёмов доставки «на дом» продукции аквакультуры (Новости ООН, 2021).

Все это ставит задачу обеспечения устойчивого экономического, социального и технического роста аквакультуры как важной подотрасли агропромышленного сектора.

До недавних пор важные решения, такие как соответствующее количество корма и целевые даты передачи/вылова и другие, на рыболовецких фермах принимались с использованием статистически небольших наборов данных, собранных вручную. Затем эти данные нужно было вручную вводить в системы управления фермой, где человеческая ошибка или отсутствие информации было довольно частым явлением.

В современной аквакультуре – будь то наземная рыбная ферма или производственная площадка в открытом океане – специалисты получают существенную выгоду, внедряя и применяя технологии искусственного интеллекта и машинного обучения.

Искусственный интеллект – это общий термин, который включает в себя такие методы анализа данных, как машинное обучение или статистическое моделирование, которые помогают обрабатывать чрезвычайно большие объёмы данных, чтобы получить представление о закономерностях, тенденциях и взаимосвязях между переменными.

Алгоритмы являются строительными блоками искусственного интеллекта, который обычно определяется как любой вид интеллекта, демонстрируемый машинами. Цель его – имитация человеческого или естественного интеллекта. При этом алгоритм может быть как простым (набор инструкций, рецепт), так и сложным, например, поисковая система Google, которая может предоставить миллиард релевантных веб-страниц за считанные секунды.

Искусственный интеллект и машинное обучение становятся повседневными инструментами в самых разных отраслях, включая и аквакультуру. В 1980-х гг. в земледелии начала применяться концепция «точного земледелия», основанная на технологиях искусствен-

ного интеллекта. В точном земледелии использовались такие технологии, как дроны и спутниковые снимки, чтобы использовать новые потоки данных для ежедневного принятия решений. Использование датчиков для мониторинга влажности почвы и уровня питательных веществ, а также использование моделей прогнозирования погоды предоставило новые идеи и позволило фермерам принимать решения на основе полученных данных.

Подобные концепции были исследованы и в аквакультуре. Будучи относительно новой отраслью, аквакультура возникла в эпоху передовых технологий и анализа данных. В настоящее время в этой отрасли наблюдается постоянный сдвиг в сторону внедрения интеллектуальных технологий, использующих искусственный интеллект и расширенный анализ данных для прогнозирования, а также предоставления информации о широком спектре сельскохозяйственных операций.

Как и в случае с земледелием, можно говорить об использовании концепции «точная аквакультура», которая направлена на улучшение способности рыбоводов отслеживать, контролировать и документировать ключевые факторы, влияющие на производство рыбы. Это позволит им корректировать операционные решения, улучшать здоровье рыбы и достигать более высокой эффективности и прибыли (Oglend, 2020).

Цель использования искусственного интеллекта в аквакультуре – предоставить основанные на данных рекомендации для принятия решений, которые могут просматривать все заинтересованные стороны, и дать обоснование того, почему определенные действия следует или не следует предпринимать.

В зарубежных странах технологии искусственного интеллекта в основном

используются для обеспечения процесса кормления, который играет центральную роль. Корма являются самой большой статьей эксплуатационных расходов рыбных ферм, поэтому небольшие ежедневные улучшения эффективности могут привести к значительной экономии финансовых средств в долгосрочной перспективе. Концепция кормления с поддержкой данных заключается в том, чтобы учитывать все параметры, влияющие не только на то, когда кормить, но и на то, сколько нужно корма и с какой скоростью он должен подаваться (Kelly David, 2021).

Специальные камеры, которые за несколько часов могут исследовать сотни рыб для обеспечения высокоточной оценки биомассы, могут помочь операторам лучше определить, сколько корма требуется в конкретном загоне. Сети подводных камер в сочетании с алгоритмами насыщения рыбы для конкретных видов и возможностью обнаружения гранул могут ежесекундно оценивать потребность в корме, чтобы предупредить операторов, когда следует замедлить или прекратить кормление (Jennie Korus, 2021).

Алгоритмы искусственного интеллекта применяются и для других целей – например, для автоматического выявления паразитов и болезней. Это новые технологии, которые в настоящее время только начинают становиться частью стандартных операционных процедур на коммерческих рыбных фермах (Ron Hill, 2021).

Основные компоненты инфраструктуры ИИ в аквакультуре – это система датчиков, камеры и непосредственно технологии искусственного интеллекта.

Датчики температуры, количества растворенного кислорода, углекислого газа и другие датчики и сигналы тревоги уже много лет используются в наземной

аквакультуре. С недавнего времени эти устройства подключены к планшетам и смартфонам через облако. Менеджеры рыбководческих хозяйств предупреждены о любых отклонениях, независимо от того, где они находятся.

Программное обеспечение большинства предупреждений настраивает параметры для решения проблемы до того, как она станет явной. Эта возможность замкнутого цикла позволила значительно масштабировать наземные проекты в последние годы. Невозможно представить себе резервуар объёмом в 5 тыс. т без использования интеллектуальных возможностей для решения потребности в постоянном управлении химическими компонентами (Llorente, et al, 2020).

Претерпели изменения в сторону улучшения и датчики. Так, например, до недавнего времени для измерения растворенного кислорода использовались гальванические датчики, которые потребляли кислород при измерении, если не находились в резервуаре с движущейся водой или водой, активно перемешиваемой техником. Их показания могли быть недостаточно точными. Применяемые в настоящее время оптические датчики работают пассивно, не потребляют кислород и дают возможность получать более достоверные данные.

На фермах в открытой океанической среде преимущественно используются технологии неинвазивного сбора данных, беспроводной их передачи и облачной аналитики. Небольшие доступные датчики, контролирующие температуру, глубину, содержание растворенного кислорода и другие параметры, размещаются по всей сети и в отдельных загонах. Эти данные передаются по беспроводной сети под водой в режиме реального времени на подводный концентратор (гидрофон), а затем на берег,

в облако, где персонал фермы может отслеживать текущее состояние на всей производственной площадке. Эти данные также автоматически сохраняются для последующего анализа с целью выявления проблем или областей возможных усовершенствований.

Кроме того, тензодатчики, расположенные по всей системе сетки, измеряют натяжение линии. Как и в случае с датчиками окружающей среды, данные акустически передаются в подводный концентратор и, в конечном счёте, в облако. В случае обнаружения аномалии менеджеру отправляются оповещения.

Подводные камеры высокого разрешения снимают изображения для эффективного управления кормлением и оценки биомассы. Менеджеры по кормлению используют IP-камеры и подводную сеть для наблюдения за рыбой во время кормления. Этот процесс подкрепляется программным обеспечением, позволяющим осуществлять обнаружение гранул и определять насыщение. Оператор может определить, когда увеличивать, уменьшать или прекращать кормление, основываясь на количестве несъеденных гранул и поведении рыбы в зависимости от вида.

Стереоскопические камеры мгновенно и постоянно оценивают вес рыбы на основе собранных измерений размеров и алгоритмов скорости роста. Практически в режиме реального времени операторы ферм получают отчёт об оценке биомассы с точностью до 3%. Затем дополнительные алгоритмы определяют необходимое количество корма на ближайшее будущее (Asche, et al, 2013).

Описанные выше технологии искусственного интеллекта используются как в наземных системах, так и в условиях открытого океана. Прошли те времена, когда в каждом загоне требовался фи-

зический отбор небольшого количества особей для определения биомассы. В настоящее время система оценки биомассы постоянно измеряет десятки тысяч рыб, обеспечивая гораздо более точную оценку, чем отлов и взвешивание статистически незначимой выборки. Важно отметить, что эти изображения получают пассивно и, таким образом, не влияют на рыбу, предотвращая стресс или риск отказа от корма.

### ВЫВОДЫ

Проведённый обзор иностранных источников позволяет сделать вывод о том, что сегодня аквакультура имеет многообещающее будущее благодаря использованию технологий искусственного интеллекта при воспроизводстве рыбы. Возможность с помощью новых технологий наблюдать за тем, что происходит под водой, собирать объём данных, а затем, на основе анализа новой информации, принимать решения, станет катализатором, благодаря которому аквакультура будет играть более заметную роль в обеспечении продовольствием в ближайшие десятилетия.

Современные технологии аквакультуры, основанные на использовании искусственного интеллекта, обеспечивают важный набор преимуществ, которые позволяют производителю вывести на новый уровень рыбоводческое хозяйство. Среди них:

– оповещение в режиме реального времени о нестандартных ситуациях и аномалиях снижают риск, сокращая убытки и снижая расходы на страхование;

– пассивный сбор данных сводит к минимуму нагрузку на поголовье, повышая коэффициент конверсии корма, кроме того, это освобождает персонал от ответственности за сбор данных;

– беспроводная передача данных снижает вероятность выхода из строя кабеля – это важная проблема, и она актуальна как на суше, так и в океане;

– централизованное управление и контроль. Эта функция в сочетании с искусственным интеллектом позволяет персоналу выполнять более широкий круг обязанностей в комфортной обстановке, повышая эффективность и точность операций.

Таким образом, очевидно, что применение технологий искусственного интеллекта в аквакультуре позволит расширить масштабы операций и улучшить итоговые показатели, что будет крайне необходимо по мере роста отрасли в течение следующих нескольких десятилетий.

Безусловно, за технологиями искусственного интеллекта большое будущее, и это нельзя не учитывать при управлении отраслью рыболовства и аквакультуры в нашей стране. Государству, как регулятору отрасли, необходимо разработать меры, направленные на стимулирование разработки отечественных технологий и систем на основе искусственного интеллекта, которые могли бы быть использованы в аквакультуре. Они должны стать доступны широкому кругу фермеров и предпринимателей, занимающихся выращиванием рыбы в нашей стране.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Журнал «*Fishnews*» 24 мая 2022 года Список «одуемых» собираются сократить. (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://fishnews.ru/news/44535> (дата обращения: 30.05.2022)

*Исчезнувшие источники воды* (реки, озера, моря) (2021) (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://waterservice.kz/blog/art60.html> (дата обращения: 30.05.2022)

*Известия*: официальный сайт. Наводнение. (2022) (электронный ресурс) – Режим до-

ступа: <https://iz.ru/tag/navodnenie> (дата обращения: 30.05.2022)

*Международный фонд сельскохозяйственного развития ООН. Ответственное управление мировым рыболовством для улучшения средств к существованию. (англ.). (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://www.ifad.org/en/fisheries> (дата обращения: 29.05.2022)*

*Новости ООН 2 февраля 2021. COVID-19 привел к серьезным потерям в рыбном секторе. (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://news.un.org/ru/story/2021/02/1395672> (дата обращения: 30.05.2022)*

*Asche F., Sandvold, Roll K.H., et al (2013). Salmon aquaculture: Larger companies and increased production // Aquaculture Economics & Management, 2013. V. 17. N 3. P. 322–339 (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/13657305.2013.812156> (дата обращения: 30.05.2022)*

*Atle O. Challenges and opportunities with aquaculture growth. Aquaculture Economics & Management. 2020, V. 24. N. 2 P. 123-127 (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/13657305.2019.1704937> (дата обращения: 30.05.2022).*

*Jennie Korus (2021) Aquaculture Industry Continues to Adopt Algorithms, Artificial Intelligence (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://www.innovasea.com/insights/>*

*aquaculture-industry-artificial-intelligence/ (дата обращения: 30.05.2022).*

*Kelly David (2021). Aquaculture is a safe, sustainable complement to the U.S. fishing industry (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://www.agri-pulse.com/articles/16784-opinion-aquaculture-is-a-safe-sustainable-complement-to-the-us-fishing-industry> (дата обращения 30.05.2022).*

*Kumar G., & Engle C. R. (2016). Technological advances that led to growth of shrimp, salmon, and tilapia farming. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 2016. V. 24. № 2. P. 136–152. (электронный ресурс): <https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1112357> (дата обращения: 30.05.2022).*

*Llorente I., Fernandez-Polanco J., Baraibar-Diez, et al. Assessment of the economic performance of the seabream and sea bass aquaculture industry in the European Union. // Marine Policy, 2020/ 117, 103876 (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103876> (дата обращения: 29.05.2022)*

*Ron Hill. Trusting new technologies. 2021. (электронный ресурс) – Режим доступа: <https://mydigitalpublication.com/publication/?m=&l=1&i=724869&p=32&ver=html5> (дата обращения: 30.05.2022)*

AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES  
IN AQUACULTURE**

**V.P. Cherdantsev<sup>1</sup>, T.M. Svechnikova<sup>1</sup>, M.V. Tronina<sup>2</sup>**

*1 – Perm State Agrarian and Technological University named  
after Academician D.N. Pryanishnikov, Perm, 614990*

*2 – Ural Research Institute of Economic Security  
and Rural Development, Yekaterinburg, 620137*

The paper presents an overview of foreign practices of using artificial intelligence (AI) technologies in fish farming or aquaculture. It is noted how effective the management of a fish farm can become if there is access to new information that would have gone unnoticed without the use of artificial intelligence. Taking into account the fact that the pace of development of aquaculture in Russia is very insignificant and significantly lags behind foreign analogues, and also taking into account the active processes of digitalization of all spheres of the economy in our country, it seems that a review of foreign practice of using AI in aquaculture will further create its own resource base in the direction of AI for the agro-industrial sector.

*Keywords:* artificial intelligence, automation, aquaculture, fish farming,

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ ПРИЛОВА МЕГАБЕНТОСНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ДОННЫХ ТРАЛАХ И ОПЫТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

© 2022 г. Д.В. Захаров<sup>1</sup>, Н.А. Стрелкова<sup>2</sup>, И.Е. Манушин<sup>2</sup>,  
О.Л. Зими́на<sup>3</sup>, К.С. Хачегурова<sup>2,4</sup>, Д.Ю. Блинова<sup>2,4</sup>, Л.Л. Йоргенсен<sup>5,6</sup>

1 – Зоологический институт Российской академии  
наук (ЗИН РАН), Санкт-Петербург, 199034

2 – Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), Мурманск, 183038

3 – Мурманский морской биологический институт РАН (ММБИ РАН),  
Мурманск, 183010

4 – Мурманский государственный технический  
университет (МГТУ), Мурманск, 183010

5 – Институт морских исследований, Берген, Норвегия, 5817

6 – Центр исследований климата и окружающей среды высоких широт, Тромсё,  
Норвегия, 9007  
E.mail: zakharden@yandex.ru

Поступила в редакцию 04.02.2022 г.

На основе многолетнего опыта мониторинга донных сообществ в Северной Атлантике и Арктике представлены методические рекомендации по обработке траловых приловов мегабентоса. Данные методические рекомендации призваны обеспечить получение качественных, достоверных и полных данных о состоянии сообществ мегабентоса для сохранения и охраны среды обитания гидробионтов. Методические рекомендации описывают процедуры, позволяющие оптимизировать процесс обработки приловов в условиях научного или промыслового судна. Обсуждаются результаты применения данной методики в отечественных и зарубежных исследованиях.

*Ключевые слова:* донные траления, мегабентос, методика учёта, Баренцево море.

### ВВЕДЕНИЕ

Исследование мегабентоса в прило-  
вах донных ихтиологических тралов –  
достаточно новое, но активно развива-  
ющееся направление морской гидроби-  
ологии (Шунтов, Волвенко, 2015; 2016а;  
2016б; Волвенко, 2014, 2019; Стрелкова и  
др., 2021). Под мегабентосом понимается  
совокупность донных беспозвоночных,  
эффективно улавливаемых донными их-

тиологическими тралами в силу своих  
относительно крупных размеров (Заха-  
ров и др., 2021). Особую важность при  
проведении таких исследований имеют  
методические аспекты, обеспечивающие  
получение качественных, достоверных  
и максимально полных первичных дан-  
ных.

Методы целевого исследования дон-  
ной фауны с использованием традици-

онных специализированных гидробиологических тралящих орудий лова, таких как трал Сигсби, Агассис-трал, бим-трал, драги различных конструкций – хорошо разработаны и детально описаны в гидробиологической литературе (Жирков, 2010). Имеются так же и детальные методические руководства по проведению специализированных учётных съёмок промысловых видов беспозвоночных и методов проведения их биологического анализа (Изучение экосистем..., 2004; Изучение экосистем..., 2005). Вместе с тем, нецелевой прилов непромысловых донных организмов является постоянным компонентом траловых уловов при проведении традиционных ресурсных съёмок промысловых видов рыб и беспозвоночных. Долгое время эта составляющая регистрировалась в протоколах обработки уловов одним веским термином «прочий бентос», и зачастую количественно оценивалась «на глаз» или в категориях «много-мало». Вместе с тем, прилов «прочего бентоса» содержит ценную информацию о той части донных сообществ, которая практически не доступна для исследования традиционными количественными гидробиологическими методами, такими как дночерпательные съёмки.

Спецификой рыбохозяйственных исследований по сравнению с традиционными гидробиологическими съёмками является равномерный охват обширных акваторий, регулярность проведения и стандартизация способа получения учётного материала. В полной мере этими достоинствами обладают результаты оценки и нецелевой части уловов. Однако, обработка получаемых таким нетрадиционным методом бентосных материалов обладает и определенной спецификой, связанной с особенностями проведения ресурсных съёмок. Как правило, это необходимость полной

обработки материала на борту судна в ограниченный промежуток времени между тралениями. Именно специфике обработки материала на первом и самом важном этапе получения информации о мегабентосной составляющей донных сообществ посвящена данная работа. В ней детально рассматриваются методические аспекты работы с нецелевым приловом бентосных беспозвоночных при проведении традиционных ресурсных траловых съёмок промысловых видов рыб. Представленные рекомендации могут быть использованы как квалифицированными специалистами-бентологами при проведении научно-исследовательских рейсов, так и научными наблюдателями при выполнении работ на промысловых судах.

Рекомендации базируются на опыте, накопленном сотрудниками Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО», Мурманского морского биологического института РАН, Зоологического института РАН, Гренландского института природных ресурсов, Института морских и пресноводных исследований (Исландия) и Института морских исследований (Норвегия) в ходе участия в научных отечественных и международных комплексных съёмках по оценке запасов гидробионтов. В предложенных рекомендациях также учтён опыт работы наблюдателей на промысловых судах, что позволяет максимально оптимизировать процесс обработки приловов в условиях промысла.

Одной из причин разработки методов анализа и описания траловых приловов беспозвоночных в судовых условиях является наблюдаемое в последние годы усиление надзора в сфере природоохранного законодательства, связанное с охраной так называемых «Уязвимых Морских Экосистем» (УМЭ) – биотопов и сообществ бентосных организмов, уязвимых

к воздействию донных тралений (NEAFC Regulatory Areas ..., 2014; Jørgensen et al., 2016, 2022; NAFO, 2021). Ужесточение мер по регулированию промысла привело к закрытию для донных промысловых операций ряда акваторий, где регулярно наблюдается сверхнормативный прилов индикаторных видов УМЭ.

Из-за актуализации темы «голубой» экономики, многие рыбодобывающие компании, заинтересованные в экологической сертификации своих промыслов, были вынуждены начать работы по оценке приловов мегабентоса и мониторингу воздействия промысла на донные экосистемы.

Немаловажным является то, что изучение донного населения в судовых условиях значительно менее затратно (как по времени, так и по стоимости), по сравнению с традиционными гидробиологическими методами исследований. Результаты траловых съёмок позволяют оценивать состояние донного населения, картировать сообщества мегабентоса, выявлять опасные и нежелательные для траловых операций районы (ICES WGDEC, 2021). Кроме того, развитие методов учёта мегабентоса с помощью тралов и драг позволяет получать более объективную картину структуры донных сообществ (Zakharov et al., 2020; Захаров и др., 2021).

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Донные траления на промысловых судах и в научно-исследовательских ресурсных съёмках, как правило, различаются по продолжительности и техническим характеристикам используемых орудий лова. Продолжительность промысловых тралений может составлять часы, в то время как стандартное учётное траление при проведении научной съёмки обычно не превышает 30 мин. Минимальный размер ячеи донных

промысловых тралов, как правило не менее 40 мм (за исключением специализированных промыслов), в то время как ячея тралов, используемых для научных целей, обычно не превышает 10–20 мм. В соответствии с этим, значительно различается и характер прилова беспозвоночных, получаемого при промысловых и научно-исследовательских тралениях. Количество прилавливаемых беспозвоночных и их разнообразие при проведении научных ресурсных съёмок на порядок выше, чем при промысловых тралениях (особенно проводимых по стандартным маршрутам в пределах традиционных промысловых районов).

Таким образом, работа с приловом беспозвоночных на промысловых судах и в ходе проведения научно-исследовательских съёмок может несколько различаться, хотя и имеет единую методическую основу. Отличие заключается лишь в детализации собираемой информации.

*Организация работы и необходимое оборудование на промысловом судне.*

Практика присутствия научного сотрудника (наблюдателя) на промысловом судне для контроля за промыслом и проведения научно-исследовательских работ широко распространена, а наличие квалифицированного наблюдателя на промысловом судне позволяет более полно и всесторонне подойти к оценке биомассы прилова мегабентоса и его видового состава.

В начале рейса наблюдателю рекомендуется обсудить с экипажем судна процесс работы с нецелевым приловом беспозвоночных. Следует оценить возможность помощи со стороны экипажа в сборе животных на палубе или фабрике при обработке улова. При наличии только одного наблюдателя на борту, следует обговорить с экипажем судна возмож-

ность сбора и сохранения прилова в период его отсутствия на вахте.

Для работ по регистрации прилова мегабентоса наблюдатель должен иметь: фотоаппарат, электронный безмен или весы морского исполнения, электронный штангенциркуль, бланки протоколов обработки бентосных уловов, диктофон (желательно), палубный определитель массовых видов мегабентоса (обязательно), дополнительную определительную литературу (желательно), ноутбук для занесения полученной информации в базу данных.

*Организация работы и необходимое оборудование на научном судне.*

Изучение прилова беспозвоночных при проведении научных траловых съёмов позволяет детально оценивать состояние донного населения на обширных акваториях. Такие исследования требуют наличия стандартной сетки станций и орудия лова, а также присутствия квалифицированных специалистов-бентологов на борту судна.

Как правило, работы выполняются на борту научно-исследовательских судов (НИС), имеющих специализированные лабораторные помещения. Для полноценного проведения бентосных исследований судовая лаборатория должна быть оснащена следующим оборудованием: весы электронные морского исполнения с пределом взвешивания до 30 кг и до 1 кг с точностью взвешивания до 0,1 г, микроскоп бинокулярный стереоскопический, фотоаппарат с макрообъективом, электронный штангенциркуль, персональный компьютер с базой данных и выходом в сеть Интернет, различные ёмкости для сортировки и взвешивания улова, специализированный набор литературы (в случае работы в Баренцевом море – по списку, указанному в конце данной работы).

В случае установленной 12-ти часовой вахты на НИС должны присутствовать как минимум два специалиста-бентолога.

Особенностью проведения научных съёмов, по сравнению с промыслом, является максимальный охват исследуемой акватории, использование тралов с мелкочаеистой вставкой в кутовой части мешка и значительно меньшая продолжительность тралений. Такая специфика проведения съёмов позволяет за короткое время провести детальное обследование значительных акваторий.

*Обработка прилова на промысловых судах и в ходе проведения научно-исследовательских съёмов*

Необходимым условием проведения работ является сохранение информации на бумажном носителе, для чего для каждой траловой операции заполняется отдельный протокол (форма учёта прилова).

В начале каждого траления и после его завершения в стандартный бланк обработки прилова должна быть занесена следующая информация:

- название судна и номер рейса;
- порядковый номер траления (станции);
- название локального или промыслового района;
- дата траления;
- время постановки трала на стопор и время снятия со стопора;
- координаты (широта и долгота с точностью, регистрируемой судовыми навигационными приборами) постановки трала на стопор и снятия со стопора;
- глубина в начале и конце траления (метры);
- скорость траления (узлы);
- продолжительность траления (часы, минуты);

- придонная температура (°C), солёность (PSI), характер грунта (если такая информация имеется);

- вид орудия лова (тип или чертеж трала, размер ячеи);

- любые другие полезные примечания.

После поднятия трала на борт и выгрузки улова в бункер часть животных может оставаться на палубе, в ячейках тралового мешка и в рокхопере. Рекомендуется осмотреть палубу, объёмы и рокхопер трала на предмет застрявших в них животных, извлечь их и присоединить к оцениваемому прилову.

Приловы могут значительно различаться по объёму и соотношению компонентов. Они могут быть неоднородными с преобладанием крупных организмов (губки, кораллы и т.п.) и небольшим количеством относительно мелких (рис. 1, 2), неоднородными с большим количеством мелких однотипных организмов (морские звёзды, креветки, асцидии и т.п.) и небольшим количеством крупных, или относительно однородными (рис. 3). Методика обработки разных типов приловов несколько отличается.

Если прилов значительный по объёму (как правило, это прилов крупных губок) его обработка может быть начата на палубе, до отгрузки в бункер (рис. 1, рис. 2). В этом случае, численность и биомасса крупных и наиболее многочисленных организмов оценивается любым, доступным на палубе способом: полным взвешиванием при наличии весов, визуально при их отсутствии или объёмно-весовым методом. При объёмно-весовом способе приблизительно оценивается масса/количество животных, целиком заполняющих любую стандартную ёмкость (ведро, корзина, ящик) и подсчитывается количество ёмкостей, в которое помещается вся оцениваемая часть улова. Полученная информация

вносится в протокол обработки прилова (как стопроцентная выборка из всего тралового улова); обработанная таким способом часть улова выбрасывается за борт; оставшийся улов поступает в бункер. Важно определить таксономическую принадлежность организмов, обработанных на палубе. Если на палубе это невозможно, необходимо сохранить несколько экземпляров для последующего определения в судовой лаборатории. В случае если учитываемая на палубе часть улова содержит несколько видов и их невозможно разделить, следует визуально определить их соотношение для последующего пересчёта в обработанной на палубе части улова.

Из бункера улов поступает на транспортёр или сортировочный стол, где рыба отделяется от бентоса. В ходе сортировки рыбной и бентосной составляющих улова, отдельно откладываются редкие и крупные представители донной фауны, такие как крабы, крупные голотурии, офиуры горгоноцефалюсы, морские ежи, звёзды и лилии, брюхоногие моллюски, крупные актинии, осьминоги, каракатицы и кальмары, морские перья. Отобранные при сортировке рыбы крупные беспозвоночные регистрируются как отобранные из всего улова.

Пустые раковины двустворчатых и брюхоногих моллюсков не учитываются. Раки-отшельники взвешиваются без раковин. Прикреплённые организмы перед взвешиванием должны быть отделены от твёрдого субстрата. Обработку морских перьев, мягких кораллов и головоногих моллюсков рекомендуется проводить в первую очередь. Эти нежные организмы подвержены быстрому разложению при нахождении на воздухе или в тепле лаборатории, что делает их идентификацию затруднительной или вовсе невозможной.



Рис. 1. Большой прилов губок (рода *Geodia*) на палубе научно-исследовательского судна.



Рис. 2. Прилов крупных представителей мегабентоса (а – различные виды губок; б – губки рода *Geodia*; в – морские звезды *Asterias rubens*).



Рис. 3. Прилов мегабентоса с единичными крупными объектами и массой мелких организмов (а) и относительно однородный прилов мелких мегабентосных организмов (б).

Отложенные крупные и редкие животные определяются, взвешиваются, просчитываются и регистрируются в протоколе как стопроцентная выборка из всего улова. Если оставшийся улов не превышает нескольких килограммов, рекомендуется обработать его полностью, рассортировав животных по группам, таксонам и видам (рис. 4). Следует фотографировать весь прилов, отдельные таксономические группы и сложные для определения виды. Полученные файлы необходимо сохранять на жестком диске компьютера под именем, включающем дату и номер траления (например, «141\_tr\_11apr2017.jpg»). Для каждого вида или таксономической группы определяются количество экземпляров и суммарная масса (желательно с точностью до 0,1 г). Полученная информация заносится в бумажный протокол (форма учёта прилова), а затем – в электронную базу данных.

Все промысловые виды (например, краб-стригун опилио, краб камчатский, креветка северная, гребешок исландский) регистрируются в протоколе обработки прилова на общих основаниях, а затем обрабатываются по стандартной методике, принятой для биологического анализа промысловых объектов с запол-

нением соответствующего протокола (Изучение экосистем..., 2005).

В случае если улов велик и не может быть полностью обработан до начала следующей станции и состоит из относительно однородных по размеру животных, рекомендуется выполнить анализ улова выборочным методом в следующей последовательности:

- выбрать всех крупных и единичных животных из всего поступившего на обработку улова; разделить их на группы по видам (таксонам), сфотографировать, взвесить и подсчитать количество особей каждого таксона, указать в форме учёта прилова, что они выбраны из всего улова («стопроцентно проанализированная часть улова»);

- взвесить оставшуюся часть улова (без крупных отобранных животных), состоящую из мелких и равномерно перемешанных организмов; полученную цифру занести в форму учёта прилова;

- в отдельную ёмкость отобрать часть улова (не менее нескольких кг) для последующей обработки; взвесить выборку; полученную цифру занести в форму учёта прилова;

- разделить общую массу улова (без «стопроцентно проанализированной части улова») на массу выборки; полу-



Рис. 4. Улов донных беспозвоночных, разделённый на основные таксономические группы.

ченный коэффициент пересчета массы и численности организмов в выборке на весь улов, указать в форме учёта;

- обработать выборку: рассортировать и идентифицировать виды (таксоны), сфотографировать, определить их численность и массу;

- отметить в бумажном протоколе обработки сложные для определения виды, сфотографировать их, при возможности зафиксировать (формалином/спиртом) для дальнейшей передачи специалисту по данной группе животных;

- после полной обработки прилова и заполнения бумажного протокола, занести полученную информацию в электронную базу данных:

При занесении информации в базу данных каждая запись (вид/таксон – количество экземпляров – масса) должен сопровождаться указанием коэффициента пересчета («1» для стопроцентной выборки и выборочный коэффициент, полученный в соответствии с п. 4, при обработке части улова). Если вид зарегистрирован в выборке из всего трала (см. п. 1) и из его части (см. п. 3), информацию нужно вносить в базу данных не суммируя, отдельными записями.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты учёта мегабентоса, с использованием описанной методики (и её сходных модификаций), уже находят применение при оценке и мониторинге состояния донных сообществ в современный период климатических изменений и антропогенного воздействия: это использование результатов 18-летнего мониторинга мегабентоса в рамках проведения совместной Российско-Норвежской экосистемной съёмки Баренцева моря (Jørgensen et al., 2015, 2016, 2022; Degen et al., 2016; Golikov et al., 2018, 2019a, 2019b, 2020; Johannesen 2017; Zakharov et al., 2020; Захаров и др.

2021; ICES WGDEC, 2021, ICES WGIBAR, 2021).

Аналогичные исследования проводятся в водах Гренландии (ICES WGIEAGS, 2020, Blicher, Abroe, 2021), Исландии (Buhl-Mortensen, 2019), Канады (Roy, 2015) и США (Roy, 2018). Первый опыт сравнительного анализа результатов изучения «тралового бентоса» в рамках национальных программ этих стран позволил в масштабах всего арктического региона оценить такие параметры донного населения как обилие, разнообразие, уязвимость к физическим нарушениям, чувствительность к глобальным процессам потепления и acidification вод Мирового Океана (CBMP-Marine Benthos..., 2013; Jørgensen et al., 2018; 2019; The Second World ..., 2021; Jørgensen et al., 2022).

Одним из наиболее важных (и в тоже время – самых сложных) элементов изучения мегабентоса в полевых условиях является таксономическая обработка материала, от качества которой зависит полнота и достоверность получаемой информации. В совместной Российско-Норвежской экосистемной съёмке Баренцева моря единая методика обработки мегабентоса в траловых уловах сформировалась приблизительно к 2009 г., и далее качество идентификации бентосных материалов постоянно повышалось. Несмотря на некоторую тенденцию к снижению количества бентосных станций, выполняемых в ходе проведения экосистемной съёмки, количество регистрируемых видов за период с 2005 по 2021 г. увеличилось приблизительно вдвое (таблица, рис. 5). Немаловажным фактором повышения качества получаемого материала стал выпуск специализированных информационно-определятельных изданий «Палубный определитель основных групп мегабентоса Баренцева моря» (Захаров

и др., 2017) и «Атлас мегабентосных организмов Баренцева моря и сопредельных акваторий» (Атлас..., 2018), разработанных сотрудниками ПИПРО в соавторстве со специалистами из других организаций. Данные издания содержат не только богатый иллюстративный материал и определительные таблицы, но и большой объём информации о распространении, биологии и экологии массовых видов мегабентосных организмов, населяющих Баренцево море. Анализ результатов 18-летнего непрерывного ряда наблюдений позволил сделать ряд выводов относительно состояния и динамики донного населения Баренцева моря в условиях современной климатической обстановки и уровня антропогенного воздействия (ICES WGIBAR, 2021).

Разработка и стандартизация методов обработки мегабентоса в судовых условиях позволила начать сбор информации о приловах бентосных организмов на рыбном промысле силами научных наблюдателей. До 2017 г. данные, поступающие с промысла, носили фрагментарный, описательный характер и для дальнейшего аналитического использования были практически непригодны. С появлением методических материалов, ориентированных на работу в море, качество информации, поступающей с промысловых судов от научных наблюдателей, значительно повысилось (таблица).

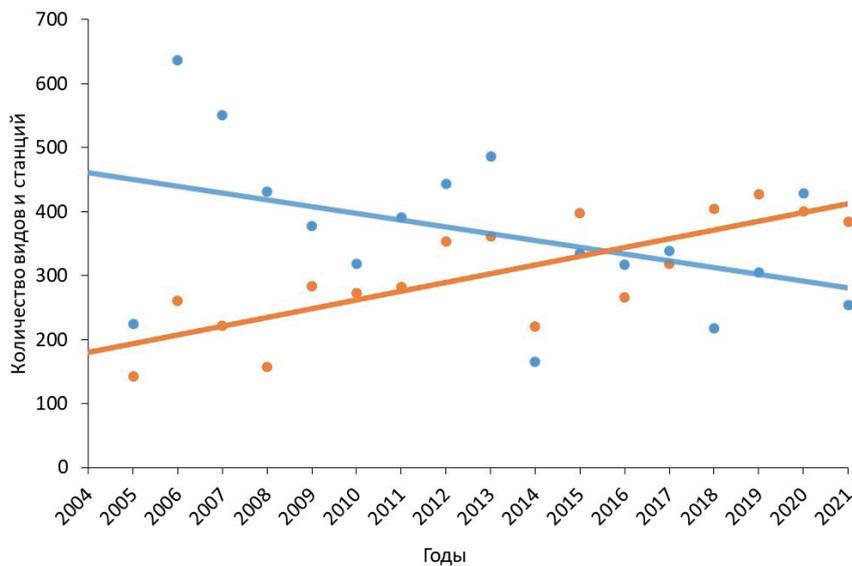
Учитывая специфику обработки материала в море (лимит времени между станциями, ограниченные возможности использования микроскопической техники, дефицит опытных специалистов бентологов и др.), сотрудники лаборатории гидробиологии Полярного филиала ВНИРО продолжают работу по совершенствованию регионального полевого определителя мегабентосных организ-

мов, ориентированного для специализированного использования в совместных Российско-Норвежских экосистемных съёмках Баренцева моря. Задача данного определителя – максимально облегчить в судовых условиях процесс определения материала до видового, или практически возможного уровня, без потери качества его таксономической обработки. Помимо фотографий массовых и обычных видов, определитель содержит краткие таксономические ключи и определительные таблицы, помогающие быстро и надёжно идентифицировать виды в полевых условиях. Актуальность этих работ подтверждается тем, что подобные региональные определители разрабатываются практически во всех странах Арктического региона, практикующих съёмки «тралового» мегабентоса на базе национальных ресурсных исследований (Blicher, Abroe, 2021; Nozères, Archambault, 2014; Nozères et al., 2019; 2020; Ólafsdóttir et al., 2021 и др.).

Одним из наиболее перспективных направлений применения данных о прилове мегабентоса является комбинирование их с данными дночерпателей и драг, для комплексной оценки всех размерных групп донного населения. В литературе неоднократно отмечалось, что дночерпатели плохо облавливают крупноразмерные группы животных с низкой плотностью поселения. Для более полного описания фаунистического состава сообществ было предложено дополнять дночерпательные исследования драгировками. Однако, сравнение сборов разными орудиями лова показало, что использование наиболее популярного в гидробиологических исследованиях трала Сигсби увеличивает охват видового богатства лишь на 5%, применение же ихтиологического трала позволяет пополнить видовой список еще на

**Таблица.** Результаты анализа мегафауны Баренцева моря по данным совместной Норвежско-Российской экосистемной съёмки (2005–2021 гг.) и научных наблюдателей ПИНРО при осуществлении донного промысла (2017–2021 гг.)

Год	Экосистемные съёмки					Научные наблюдатели			
	Количество			Средняя плотность поселений, экз./мор. миля	Средняя биомасса прилова, кг/мор. миля	Количество			Средняя биомасса прилова, кг/ траление
	Станций	Видов	Таксонов			Станций	Видов	Таксонов	
2005	224	142	218	522,5	12,7	-	-	-	-
2006	637	261	388	1576,0	42,1	-	-	-	-
2007	551	222	351	1240,2	44,6	-	-	-	-
2008	431	157	244	2183,7	35,7	-	-	-	-
2009	378	283	391	2056,4	42,2	-	-	-	-
2010	319	273	360	900,0	27,3	-	-	-	-
2011	391	282	442	3411,4	34,3	-	-	-	-
2012	443	354	513	9832,1	125,5	-	-	-	-
2013	487	362	538	3885,0	71,7	-	-	-	-
2014	165	220	333	2806,7	36,7	-	-	-	-
2015	334	398	599	1815,1	19,9	-	-	-	-
2016	317	266	423	4230,1	36,3	-	-	-	-
2017	339	319	500	3769,4	58,6	440	11	27	250,8
2018	217	404	574	4887,8	89,2	343	12	31	5428
2019	305	427	621	4239,0	62,5	-	-	-	-
2020	429	401	611	1719,1	30,4	194	25	39	283
2021	254	384	572	1076,6	50,6	-	-	-	-



**Рис. 5.** Количество выполненных станций (голубой цвет) и видов мегазообентоса (оранжевый цвет), зарегистрированных в ходе проведения совместной Российско-Норвежской экосистемной съёмки Баренцева моря, и их динамика в период с 2005 по 2021 г.

10%. Таким образом, для получения наиболее полной картины распределения и разнообразия зообентоса, предпочтительно комбинировать данные не только дночерпателей и драг, но и дополнять их сборами из ихтиологических тралов (Захаров и др., 2021).

Успех использования траловых сборов в комплексном исследовании донных сообществ будет во многом зависеть от постоянства методик сбора материала, постоянства оснастки и конфигурации орудия сбора, жесткого соблюдения процедуры проведения тралений (скорость, количество вытравленного ваера и т.д.). Наличие на траловых орудиях лова датчиков касания грунта, наклона, глубины, температуры и видеофиксации позволит получить материал высокого качества, с возможностью его дальнейшего пересчёта на стандартную площадь и комбинирования с данными дночерпательных сборов.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны старшему научному сотруднику Гренландского института природных ресурсов (GINR) Мартину Блишеру (Martin E. Blicher) и научному сотруднику Исландского института морских и пресноводных исследований Штайне Олафсдоттир (Steinunn H. Ólafsdóttir) за апробацию и помощь в разработке вышеперечисленных методических рекомендаций в научно-исследовательских рейсах их институтов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Атлас* мегабентосных организмов Баренцева моря и сопредельных акваторий. Мурманск: Изд. ПИНРО, 2018. 534 с.

Волвенко И.В. Сравнение дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана по интегральным характеристикам траловой макрофауны пелагиали и дна // Из-

вестия ТИНРО. 2014. Т. 178. №3. С. 58–67. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-178-58-67.

Волвенко И.В. Адаптивная зона, петерсеновские сообщества, ареал и экологическая ниша. Сообщение 2. прикладное значение новой концепции на примере фауны дальневосточных морей и северной Пацифики // Известия ТИНРО. 2019. Т. 196. № 1. С. 219–266. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-219-266.

Жирков И.А. (при участии Азовского А.И., Максимовой О.В.) Жизнь на дне. Биогеография и био-экология бентоса // М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. 453 с.

Захаров Д.В., Стрелкова Н.А., Манушин И.Е., Зимина О.Л., Голиков А.В. Палубный определитель основных групп мегабентоса Баренцева моря. Всемирный фонд дикой природы (WWF), Мурманск, 2017. 44 с.

Захаров Д.В., Манушин И.Е., Стрелкова Н.А. Сравнительный анализ бентосных материалов, собранных разными орудиями лова в восточной части Баренцева моря. Чтения памяти К.М. Дерюгина, 2021. С. 52–68.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского севера и Северной Атлантики. М.: Изд-во. ВНИРО, 2004. 300 с.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 135 с.

Стрелкова Н.А., Захаров Д.В., Манушин И.Е. Бентосные исследования // ПИНРО. Путь к столетию. Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича). Мурманск, 2021. С. 237–247.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Генерализованные оценки состава, количественного распределения и биомассы макрофауны бентали на шельфе и свале глубин северо-западной Пацифики // Известия ТИНРО. 2015. Т. 182. № 3. С: 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-182-3-22.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Сравнительный анализ обилия макрофауны пелагиали и бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана // Вопр. рыболовства, 2016а. Т. 17. № 2. С. 133–147.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Дополнения к генерализованным количественным оценкам макрофауны бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана. Сообщение 2. Региональные и батиметрические особенности распределения биомассы и плотности концентраций рыб и некоторых групп беспозвоночных // Известия ТИНРО. 2016б. Т. 186. № 3. С. 32–60. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-186-32-60.

Blicher M.E., Arboe N.H. Atlas of Vulnerable Marine Ecosystem (VME) indicators observed on Bottom Trawl Surveys in Greenland waters during 2015–2019 // Greenland Institute of Natural Resources. Greenland, 2021. Technical Report. № 113. 29 p.

Buhl-Mortensen L., Burgos J.M., Steingrund P., et al. Vulnerable marine ecosystems (VMEs): Coral and sponge VMEs in Arctic and sub-Arctic waters-Distribution and threats // Nordic Council of Ministers. 2019. V. 519. 146 p.

CBMP-Marine Benthos Expert Network The Atlantic Gateway: proposal of a standardized long-term monitoring of benthos. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. 2013. 9 p.

Degen R., Pehlke H., Brey T., et al. Patterns and drivers of megabenthic secondary production on the Barents Sea shelf // Marine Ecology - Progress Series. 2016. V. 546. P. 1–16. DOI: 10.3354/meps11662.

Golikov A.V., Ceia F.R., Sabirov R.M., et al. Ontogenetic changes in stable isotope ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) values in squid *Gonatus fabricii*

(Cephalopoda) reveal its important ecological role in the Arctic // Marine Ecology – Progress Series. 2018. V. 606. P. 65–78. DOI: 10.3354/meps12767.

Golikov A.V., Blicher M.E., Jørgensen L.L., et al. Reproductive biology and ecology of the boreoatlantic armhook squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda: Gonatidae) // J. Molluscan Studies. 2019a. V. 85. № 3. P. 287–299. DOI: 10.1093/mollus/eyz023.

Golikov A.V., Sabirov R.M., Belyaev A.N., et al. Food spectrum and trophic position of an Arctic cephalopod, *Rossia palpebrosa* (Sepiolida), inferred by stomach contents and stable isotope ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) analyses // Marine Ecology – Progress Series. 2019b. V. 632. P. 131–144. DOI: 10.3354/meps13152.

Golikov A.V., Sabirov R.M., Ceia F.R., et al. Diet and life history reduce interspecific and intraspecific competition among three sympatric Arctic cephalopods // Scientific Reports. 2020. V. 10. № 1. P. 21506. DOI: 10.1038/s41598-020-78645-z.

ICES WGIEAGS 2020. Working Group on Integrated Ecosystem Assessment of the Greenland Sea (WGIEAGS) // ICES Scientific Reports. 2020. V. 2. № 75. 2020. 72 p. DOI: 10.17895/ices.pub.7450.

ICES WGDEC 2021. Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC) // ICES Scientific Reports. 2021. V. 3. № 89. 162 p. DOI: 10.17895/ices.pub.8289.

ICES WGIBAR 2021. Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR) // ICES Scientific Reports. 2021. V. 3. № 77. 236 p. DOI: 10.17895/ices.pub.8241.

Johannesen E., Jørgensen L.L., Fosshem M., et al. Large-scale patterns in community structure of benthos and fish in the Barents Sea // Polar Biology. 2017. V. 40. № 2. P. 237–246. DOI: 10.1007/s00300-016-1946-6.

Jørgensen L.L., Skjoldal H.R., Ingvaldsen R.B., et al. Distribution of benthic megafauna in the Barents Sea: baseline for an ecosystem approach to management // ICES J. Marine Science. 2015. V. 72. № 2. P. 595–613. DOI: 10.1093/icesjms/fsu106.

- Jørgensen L.L., Planque B., Thangstad T.H., Certain G.* Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea // *ICES J. Marine Science*. 2016. V. 73. №. Supp 1.1. P. 84–97. DOI: 10.1093/icesjms/fsv107.
- Jørgensen L.L., Blicher M.E., Bluhm B. et al.* Detecting changes in the Arctic Ecosystem—Long-Term Benthos Monitoring network for detecting changes in the Arctic benthic ecosystem (LTM-Benthos) 2017–2020 // *Rapport fra havforskningen*. 2018. 31 p.
- Jørgensen L.L., Primicerio R., Ingvaldsen R.B., et al.* Impact of multiple stressors on sea bed fauna in a warming Arctic // *Mar Ecol Prog Ser*. 2019. V. 608. P. 1–12. DOI: 10.3354/meps12803.
- Jørgensen L.L., Logerwell E.A., Strelkova N.A. et al.* International Megabenthic Long-Term Monitoring of a Changing Arctic Ecosystem: baseline results // *Progress in Oceanography*. V. 200. 2022. P. 102712. DOI: 10.1016/j.pocan.2021.102712
- NAFO. 2021. Report of the Scientific Council, 27 May - 11 June 2021. NAFO SCS Doc. 21/14REV. 2021. 132 p.
- NEAFC Regulatory Areas, Recommendation 19: Protection of VMEs in NEAFC Regulatory Areas, as Amended by Recommendation № 09 (2015) and Recommendation № 10 (2018). 2014. P. 26.
- Nozères C., Archambault D.* Portfolio pour l'identification rapide d'invertébrés capturés au chalut dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent // *Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat.* 2014. № 3033. 30 p.
- Nozères C., Faille G., Coté G. et al.* Atlas of Sponges from the Estuary and Northern Gulf of St. Lawrence Multidisciplinary Trawl Survey in 2006–2017 // *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2020. № 3364. 53 p.
- Nozères C., Roy V., Treau de Coeli L. et al.* A photo catalogue of fishes and invertebrates from the 2017. Central and Arctic Region trawl survey in Baffin Bay // *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2019. № 3324. 94 p.
- Ólafsdóttir S.H., Ragnarsson S.Á., Burgos J.M., et al.* Vernd viðkvæmra botnvistkerfa. Samantekt upplýsinga og mat á fimm þáttum er varða viðkvæm botnvistkerfi fyrir atvinnuvega og nýsköpunarráðuneytið. Hafrannsóknastofnun. 2021. 62 p.
- Roy V., Iken K., Archambault P.* Regional variability of megabenthic community structure across the Canadian Arctic // *Arctic*. 2015. P. 180–192. DOI: 10.14430/arctic4486.
- Roy V., Jørgensen L.L., Archambault P. et al.* Benthos Expert Network: Findings and recommendations from the Circumpolar Biodiversity Monitoring Program's State of the Arctic Marine Biodiversity Report (SAMBR) // *PeerJ PrePrints*. 2018. DOI. 10.7287/peerj.preprints.26775.
- The Second World Ocean Assessment.* Volume I & II. New York: United Nations publication, 2021. 1086 p.
- Zakharov D. V., Jørgensen L. L., Manushin I. E., & Strelkova N. A.* Barents Sea megabenthos: spatial and temporal distribution and production // *Marine Biological J.* 2020. V. 5. №. 2. P. 19–37. DOI: 10.21072/mbj.2020.05.2.03.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY INVESTIGATIONS

**GUIDANCE FOR THE ASSESSMENT  
OF THE MEGABENTHOS BYCATCH IN THE BOTTOM  
TRAWL IN THE COURSE OF RESEARCH SURVEYS**

© 2022 г. D.V. Zakharov<sup>1</sup>, I.E. Manushin<sup>2</sup>, N.A. Strelkova<sup>2</sup>, O.L. Zimina<sup>3</sup>,  
K.S. Khacheturova<sup>2,4</sup>, D.Ju. Blinova<sup>2,4</sup>, L.L. Jorgensen<sup>5,6</sup>

1 – Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 199034

2 – Polar branch of the Russian Federal research institute of  
fisheries and oceanography (PINRO), Murmansk, 183038

3 – Murmansk marine biological institute of the Russian  
Academy of Science, Murmansk, 183010

4 – Murmansk state technical university, Murmansk, 183010

5 – Institute of Marine Research, Bergen, Norway, 5817

6 – High North Research Centre for Climate  
and the Environment, Tromsø, Norway, 9007

This study presents a sampling manual of megabenthos bycatch, based on long-term monitoring programs of bottom communities in North Atlantic and Arctic. The present guidance will provide high-quality, reliable, and complete data about benthic communities for conservation and protection of their habitats. This manual will help to optimize sampling and processing of megabenthos by-catches on board a research or fishing vessel and standardize information about megabenthos bycatches for the analysis. The results of the application of this guidance in domestic and foreign studies are discussed.

*Key words:* Barents Sea, bottom trawl fishery, bycatch, megabenthos, species identification

---

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-45410  
от 15 июня 2011 г. в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Учредитель – ФГБНУ «ВНИРО»

Подписано в печать 09.09.2022 г.  
Печать офсетная. Формат бумаги 60×90 1/8.  
Бумага 70 г/м<sup>2</sup>. Тираж 100 экз.

Редакция журнала «Вопросы рыболовства»  
Тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru