

Труды Всероссийского  
научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства  
и океанографии

Периодический научный журнал. Основан в 1935 году. Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Министерства образования и науки Российской Федерации, реферируется в Международных базах данных AGRIS (Agricultural Research Information System), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), Google Scholar, национальной библиографической базе данных РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) и базе данных ВИНТИ РАН. Выходит 4 раза в год

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

<b>Главный редактор</b>	Глубоковский М.К., научный руководитель ФГБНУ «ВНИРО», профессор кафедры Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, д.б.н. (Москва, Россия)
<b>Ответственный редактор</b>	Буяновский А.И., гл. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н. (Москва, Россия)
<b>Научный редактор</b>	Карпинский М.Г., гл. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н. (Москва, Россия)

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- Абрамова Л.С., зам. руководителя Департамента ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., профессор (Москва, Россия)
- Архипкин А.И., ст. научный сотрудник, зав. научной секцией Департамента рыболовства Фолклендских островов, к.б.н. (Стенли, Фолкленды)
- Балыкин П.А., гл. научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН», д.б.н. (Ростов-на-Дону, Россия)
- Барулин Н.В., зав. кафедрой ихтиологии и рыбоводства «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», к.с.-х.н. (Горки, Республика Беларусь)
- Бетин О.И., директор Центра экономических исследований рыбного хозяйства ФГБНУ «ВНИРО», д.э.н., профессор (Москва, Россия)
- Бизилов В.А., зам. директора по научной работе ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н. (Москва, Россия)
- Бимшиш Р.Дж., сотрудник Тихоокеанской биологической станции, доктор наук, почетный ученый (Нанаймо, Канада)
- Васильев Д.А., начальник отдела ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н. (Москва, Россия)
- Габриелян Б.К., директор Научного Центра Зоологии и Гидроэкологии Национальной Академии Наук Республики Армения, д.б.н., профессор (Ереван, Армения)
- Галактионов К.В., зав. лабораторией ФГБНУ «Зоологический институт РАН», д.б.н., профессор РАН (Санкт-Петербург, Россия)
- Долгов А.В., гл. научный сотрудник Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО им. Н.М. Книповича»), д.б.н., доцент (Мурманск, Россия)
- Животовский Л.А., зав. лабораторией ФГБНУ «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН», гл. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., профессор (Москва, Россия)
- Кантор Ю.И., ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН», д.б.н. (Москва, Россия)
- Котляр А.Н., гл. научный сотрудник ФГБНУ «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», д.б.н. (Москва, Россия)
- Криксунов Е.А., профессор кафедры ихтиологии Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.б.н., член-корреспондент РАН (Москва, Россия)
- Лабай В.С., зав. лабораторией Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), д.б.н. (Южно-Сахалинск, Россия)
- Лалтиховский В.В., сотрудник научного центра по окружающей среде, рыболовству и аквакультуре, д.б.н. (Лоустофт, Великобритания)
- Лендьел П., начальник отдела развития аквакультуры, Министерство сельского хозяйства Венгрии (Сарваш, Венгрия)
- Лукин А.А., зам. нач. учреждения - начальник ФСГЦР филиал ФГБУ «Главрыбвод», д.б.н., профессор (Ропша, Россия)
- Мизюркин М.А., гл. научный сотрудник, Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), д.т.н., профессор (Владивосток, Россия)
- Мнацаканян А.Г., директор института отраслевой экономики и управления ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», д.э.н., профессор КГТУ (Калининград, Россия)
- Мокиевский В.О., гл. научный сотрудник, руководитель лаборатории ФГБНУ «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», д.б.н. (Москва, Россия)
- Папцов А.Г., директор ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», д.э.н., профессор, академик РАН (Москва, Россия)
- Пахомов Е.А., профессор Университета Британской Колумбии, к.б.н. (Ванкувер, Канада)
- Пинчук А.И., доцент Университета Аляски, к.б.н. (Джуно, США)
- Подкорытова А.В., гл. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., профессор (Москва, Россия)
- Политов Д.В., гл. научный сотрудник, зав. лабораторией ФГБНУ «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН», д.б.н. (Москва, Россия)
- Радченко О.А., директор Института биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН, д.б.н., профессор (Магадан, Россия)
- Романов Е.В., руководитель проектов Технического центра по исследованию и освоению водной среды, к.б.н. (Ле Порт, Реюньон, Франция)
- Рубан Г.И., гл. научный сотрудник ФГБНУ «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН», д.б.н. (Москва, Россия)
- Сёмин А.Н., зав. кафедрой стратегического и производственного менеджмента ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», д.э.н., профессор, академик РАН (Екатеринбург, Россия)
- Серёгин С.Н., советник директора ФГБНУ «ВНИРО», д.э.н., профессор (Москва, Россия)
- Труба А.С., гл. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.э.н., доцент (Москва, Россия)
- Харенко Е.Н., гл. научный сотрудник отдела нормирования ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., доцент (Москва, Россия)
- Шунтов В.П., гл. научный сотрудник Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), д.б.н., профессор (Владивосток, Россия)

Редактор Юрова О.С.  
Компьютерная верстка Яковлев Ю.С.  
Формат 60×84 1/8. Печ. л. 26  
Тираж 300 экз.  
Подписан в печать XX.12.2022 г.

**Адрес редакции:**  
105187, Москва, проезд Окружной, 19.  
Тел.: 8 (499) 369-92-86  
E-mail: trudy@vniro.ru  
© ФГБНУ «ВНИРО», 2022

## Proceedings of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography

Periodic scientific journal. It was founded in 1935. The journal is included in the «List of peer-reviewed scientific publications» of the Ministry of education and science of the Russian Federation, where basic scientific results of dissertations on competition of a scientific degree of Candidate of science and Doctor of science must be published. It is referred in International databases AGRIS (Agricultural Research Information System), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), Google Scholar, the national bibliographic database of RSCI (Russian Science Citation Index) and database VINITI PAS. Published 4 times a year.

### EDITORIAL BOARD

- Editor-in-Chief** – Glubokovsky M.K., Doctor of Biological Sciences, Professor, Scientific Supervisor of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Executive editor** – Buyanovsky A.I., Doctor of Biological Sciences, Chief scientist of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Scientific editor** – Karpinsky M.G., Doctor of Biological Sciences, Chief scientist of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia

### EDITORIAL COUNCIL

- Abramova L.S.*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Head of the department of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Arhipkin A.I.*, Candidate of Biological Sciences, Senior Scientist, Head of the scientific section of the Falkland Islands Fisheries Department, Stanley, Falklands
- Balykin P.A.*, Doctor of Biological Sciences, Deputy Head of the department, Chief Scientist of the Federal Research Center Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
- Barulin N.V.*, head. Department of Ichthyology and Fish Farming «Belarusian State Agricultural Academy Orders of the October Revolution and the Red Banner of Labor», Ph.D. (Gorki, Republic of Belarus)
- Betin O.I.*, Doctor of Economical Sciences, Professor, Director of the Center for Economic Research of Fisheries of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Bizikov V.A.*, Doctor of Biological Sciences, Deputy Director for scientific work of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Beamish R.J.*, Doctor of Biological Sciences, Emeritus Scientist of the Pacific Biology Station, Nanaimo, Canada
- Dolgov A.V.*, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Scientist of Polar Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («PINRO named after N.M. Knipovich»), Murmansk, Russia
- Gabrielian B.K.*, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Director of the Scientific Center of Zoology and Hydroecology of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia
- Galaktionov K.B.*, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the laboratory of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia
- Kantor Y.I.*, Doctor of Biological Sciences, Leading Scientist of the A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- Kharenko E.N.*, Doctor of Technical Sciences, Chief Scientist of the Department of Rationing of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Kotlyar A.N.*, Doctor of Biological Sciences, Chief Scientist of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- Krikunov E.A.*, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Chair of Ichthyology of the Biology Department, Lomonosov Moscow State University, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- Labai V.S.*, Doctor of Biological Sciences, Head of the laboratory of the Sakhalin Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries («SakhNIRO»), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
- Laptikhovskiy V.V.*, Doctor of Biological Sciences, Marine biologist and stock assessment scientist of the Scientific Center for Environment, Fisheries and Aquaculture, Lowestoft, United Kingdom
- Lendjel P.*, Head of Aquaculture Development Department, Ministry of Agriculture of Hungary (Sarvas, Hungary)
- Lukin A.A.*, Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy head of the Federal Selection and Genetic Center of Fish Farming, Branch «Glavrybvod», Ropsha, Russia
- Mizyurkin M.A.*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientist of the Pacific Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («TINRO»), Vladivostok, Russia
- Mnatsakanyan A.G.*, Doctor of Economical Sciences, Professor, Director of the Institute of Industrial Economics and Management of the Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia
- Mokievsky V.O.*, Doctor of Biological Sciences, Chief Scientist, Head of the Laboratory of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- Pakhomov E.A.*, Candidate of Biological Sciences, Professor at the University of British Columbia, Vancouver, Canada
- Papstov A.G.*, Doctor of Economical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Russian Research Institute of Agricultural Economics of the Federal Research Center for Agricultural Economics and Social Development of Rural Territories, Moscow, Russia
- Pinchuk A.I.*, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, University of Alaska, Juneau, USA
- Podkorytova A.V.*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Scientist of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Politov D.V.*, Doctor of Biological Sciences, Chief Scientist, Head of the laboratory of the Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- Radchenko O.A.*, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Institute of Biological Problems of the North of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia
- Romanov E.V.*, Candidate of Biological Sciences, Project manager of the Technical Center for Research and Development of the Aquatic Environment, Le Porte, Reunion, France
- Ruban G.I.*, Doctor of Biological Sciences, Chief Scientist of the A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- Semin A.N.*, Doctor of Economical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Strategic and Production Management, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia
- Seregin S.N.*, Doctor of Economical Sciences, Professor, Advisor to the Director of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Shuntov V.P.*, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Scientist of Pacific Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («TINRO»), Vladivostok, Russia
- Truba A.S.*, Doctor of Economical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Center for Economic Research of Fisheries VNIRO, Moscow, Russia
- Vasilyev D.A.*, Doctor of Technical Sciences, Head of the Fisheries Regulation Department of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia
- Zhivotovskiy L.A.*, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the laboratory of the Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, Chief Scientist of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ И ИХ БИОЛОГИЯ

<i>Алексеев Д.О., Ботнев Д.А.</i> Первая современная находка морского гребешка <i>Chlamys lioica</i> (Pectinidae, Bivalvia) .....	5
<i>Вилкова О.Ю.</i> Анадромные осетры России: перспективы промысла .....	14
<i>Канатьев С.В., Помогаева Т.В., Калмыков В.А., Разинков В.П., Парицкий Ю.А., Балченков И.Б., Камакин А.М., Шипулин С.В.</i> Предпосылки, организация и развитие килечного тралового промысла в Среднем Каспии .....	22
<i>Золотов А.О., Мазникова О.А., Дубинина А.Ю.</i> Анализ современной динамики запасов и промысла палтусов в северо-западной части Берингова моря .....	36
<i>Мухаметов И.Н., Мухаметова О.Н., Частиков В.Н.</i> Весенний ихтиопланктон тихоокеанских вод северных Курильских островов .....	62
<i>Бизиков В.А., Сабиров М.А., Сидоров Л.К., Лукина Ю.Н.</i> Численность и распределение ладожской кольчатой нерпы в аномально тёплую зиму 2020 года: оценка по результатам авиаучёта с использованием БПЛА .....	79
<i>Болтнев А.И., Болтнев Е.А., Корнев С.И.</i> Возраст полового созревания, продолжительность жизненного цикла и репродуктивный вклад у самок морских котиков .....	95

## АКВАКУЛЬТУРА

<i>Остроумова И.Н., Лютиков А.А., Костюничев В.В., Шумилина А.К., Вылка М.М.</i> Замена рыбной муки на белковые компоненты микробного, животного и растительного происхождения в кормах для двухлеток сиговых (Coregonidae) .....	105
<i>Романова Н.Н., Юхименко Л.Н., Вараксина В.В., Токарева С.Б., Сафронова А.С. Сехина О.В.</i> Применение препаратов «Левифлоксацин» и «СУБ-ПРО» при терапии бактериальной геморрагической септицемии у карповых рыб .....	116

## ЭКОНОМИКА, МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

<i>Колончин К.В., Бетин О.И., Титова Г.Д.</i> Последствия торговли квотами биоресурсов в развитых странах: уроки для России .....	125
<i>Логунова Н.А., Яркина Н.Н., Алексахина Л.В.</i> Функционирование и развитие рыбохозяйственного комплекса Крыма с позиций экосистемного подхода .....	135
<i>Рудашевский В.Д., Мухамедова Т.О., Павлова А.О.</i> Анализ программ развития рыбохозяйственного комплекса России в новой экономике .....	143
<i>Салтыков М.А., Образцова Е.Ю.</i> Оценка факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа: методические аспекты и алгоритм выполнения .....	154
<i>Волошин Г.В., Акимов Е.Б., Гершунская В.В., Артемов Р.В.</i> Состояние и перспективы развития рынка комбикормов для индустриальной аквакультуры в Российской Федерации .....	163
<i>Авдоница А.М., Никифоров А.И., Задворкин А.С., Фомина С.Ю.</i> Реализация принципов экономики замкнутого цикла в рыбохозяйственном комплексе РФ как необходимый элемент достижения национальных целей .....	170

## ИНФОРМАЦИЯ

<i>Моисеев С.И., Глебов И.И., Дробязин Е.Н., Лукьянов В.С., Смирнов И.П., Частиков В.Н., Моисеева С.А.</i> Краткие результаты биологических исследований северной части Японского моря весной 2022 г. ....	178
<i>Гончаров С.М., Попов С.Б., Петерфельд В.А., Базов В.А., Ключарева Н.Г.</i> Результаты ресурсных гидроакустических съёмов байкальского омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в весенне-летний период 2022 года .....	186
<i>Горохов М.Н., Шипулин С.В., Барабанов В.В., Ключкина Е.А., Макарова Г.Р., Михайлова А.В., Пятикопова О.В., Харченко Н.Н.</i> КаспНИРХ в новом веке .....	193
<i>Глубоковский М.К., Шитова М.В., Потапова Н.А., Мюге Н.С., Орлова С.Ю., Леман В.Н., Никифоров А.И., Каев А.М., Карпенко В.И., Шевляков Е.А.</i> Жизнь и генетика: к юбилею Льва Анатольевича Животовского .....	198
<i>Шишкова Е.В.</i> Аркадий Сергеевич Шеин 110 лет со дня рождения .....	206
<i>Харенко Е.Н., Яричевская Н.Н., Коноваленко Е.С., Гриценко А.В., Архипов Л.О.</i> Памяти А.В. Сопиной .....	208

# CONTENTS

## COMMERCIAL SPECIES AND THEIR BIOLOGY

<i>Alexeyev D.O., Botnev D.A.</i> First recent finding of scallop <i>Chlamys lioica</i> (Pectinidae, Bivalvia) .....	5
<i>Vilkova O.Yu.</i> Anadromous sturgeons of Russia: prospects for fishing .....	14
<i>Kanatev S.V., Pomogaeva T.V., Kalmykov V.A., Razinkov V.P., Paritskii Yu.A., Balchenkov I.B., Kamakin A.M., Shipulin S.V.</i> Premises, organization and development of sprat trawl fishing in the Middle Caspian Sea .....	22
<i>Zolotov A.O., Maznikova O.A., Dubinina A.Yu.</i> Analysis of modern dynamics of halibut stocks and fisheries in the northwestern part of the Bering Sea .....	36
<i>Mukhametov I.N., Mukhametova O.N., Chastikov V.N.</i> The spring ichthyoplankton of pacific water off northern Kuril Islands .....	62
<i>Bizikov V.A., Sabirov M.A., Sidorov L.K., Lukina J.N.</i> Abundance and distribution of the Ladoga ringed seals in anomaly warm winter 2020: results of the arial survey using drones .....	79
<i>Boltnev A.I., Boltnev E.A., Kornev S.I.</i> Age of puberty, life cycle length, and reproductive investment in female fur seals .....	95

## AQUACULTURE

<i>Ostroumova I.N., Lyutikov A.A., Kostyunichev V.V., Shumilina A.K., Vylka M.M.</i> Replacement of fishmeal for protein components of microbial, animal and plant origin in feed for two-year-old whitefish (Coregonidae) .....	105
<i>Romanova N.N., Yukhimenko L.N., Varaksina V.V., Tokareva S.B., Safronova A.S., Sekhina O.V.</i> The use of Levofloxacin and SUB-PRO in the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia in Cyprinids .....	116

## ECONOMICS, INTERNATIONAL COOPERATION AND REGULATORY BASES OF FISHERIES MANAGEMENT

<i>Kolonchin K.V., Betin O.I., Titova G.D.</i> Consequences of bioresource quota trading in developed countries: lessons for Russia .....	125
<i>Logunova N.A., Yarkina N.N., Aleksakhina L.V.</i> Functioning and development of the fisheries complex of the Crimea from the standpoint of the ecosystem approach ..	135
<i>Rudashevsky V.D., Mukhamedova T.O., Pavlova A.O.</i> Analysis of programs for the development of the Russian fisheries complex in the new economy .....	143
<i>Saltykov M.A., Obratsova E.Yu.</i> Assessment of factors affecting the economic indicators of the fisheries complex of the Far Eastern Federal District: methodical aspects and algorithm of implementation .....	154
<i>Voloshin G.A., Akimov E.B., Artemov R.V., Gershunskaya V.V.</i> The state and prospects of development of the feed market for industrial aquaculture in the Russian Federation .....	163
<i>Avdonina A.M., Nikiforov A.I., Zadvorkin A.S., Fomina S.Yu.</i> Implementation of the principles of the circular (closed-loop) economy in the fisheries industry of the Russian Federation as a necessary component for achieving national goals .....	170

## INFORMATION

<i>Moiseev S.I., Glebov I.I., Drobyazin E.N., Lukjanov V.S., Smirnov I.P., Chastikov V.N., Moiseeva S.A.</i> Brief results of biological studies of the northern part of the Sea of Japan in the spring of 2022 .....	178
<i>Goncharov S.M., Popov S.B., Peterfeld V.A., Bazov A.V., Kluchereva N.G.</i> Results of resource hydroacoustic surveys of the Baikal omul in the fishing waters of Lake Baikal in the spring-summer period of 2022. ....	186
<i>Gorokhov M.N., Shipulin S.V., Barabanov V.V., Klyukina E.A., Makarova G.R., Mikhailova A.V., Pyatikopova O.V., Harchenko N.N.</i> CaspNIRKh in the new century .....	193
<i>Glubokovsky M.K., Shitova M.V., Potapova N.A., Mugué N.S., Orlova S.Yu., Leman V.N., Nikiforov A.I., Kaev A.M., Karpenko V.I., Shevlyakov E.A.</i> Life and genetics: to the anniversary of Lev A. Zhivotovsky .....	198
<i>Shishkova E.V.</i> Arkady S. Shein. To the 110th anniversary .....	206
<i>Kharenko E.N., Yarichevskaya N.N., Konovalenko E.S., Gritsenko A.V., Arkhipov L.O.</i> In memory of Anna V. Sopina .....	208



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Первая современная находка морского гребешка *Chlamys lioica* (Pectinidae, Bivalvia)

Д.О. Алексеев, Д.А. Ботнев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187  
E-mail: alexeyev@vniro.ru

**Целью** работы является информирование о первой современной находке морского гребешка *Chlamys (?) lioica* (Dall, 1907).

**Методы исследования** заключались в описании найденных экземпляров согласно общепринятым методикам.

**Результаты:** Два живых экземпляра морского гребешка, не похожие ни на один современный вид морских гребешков из северной Пацифики, были пойманы в районе промысла морских гребешков у северных Курильских островов в 2012 и 2017 гг. Эти экземпляры были идентифицированы как *Pecten (Chlamys) lioicus* Dall, 1907, ранее известный только в ископаемом состоянии.

**Обсуждение:** Основные таксономические признаки подтверждают принадлежность этих экземпляров к роду *Chlamys*. Некоторые другие признаки, такие, как хорошо развитые коммаргинальные ламеллы на поверхности створок, отсутствие сетчатой микроскульптуры и гладкий вентральный край створок отличают эти экземпляры от других видов рода *Chlamys s. str.* Точное систематическое положение этого вида может быть уточнено после изучения дополнительных материалов, до этого времени можно использовать название *Chlamys lioica* (Dall, 1907).

**Новизна работы** определяется первой современной находкой *Chlamys lioica*.

**Заключение:** Зарегистрированы только две находки этого вида у северных Курильских островов. Однако этот вид может обитать в районах за пределами основных районов промысла морского гребешка. В таком случае редкость находок может объясняться редкими случаями выселения отдельных особей из мест их типичного обитания.

**Ключевые слова:** морской гребешок, *Chlamys*, ископаемый, современный, северная Пацифика.

## First recent finding of scallop *Chlamys lioica* (Pectinidae, Bivalvia)

Dmitry O. Alexeyev, Dmitry A. Botnev

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**The purpose** of this study was to inform on a first recent finding of scallop *Chlamys (?) lioica* (Dall, 1907).

**The research methods** consist in description of specimens found in according with generally accepted methods.

**Results:** Two alive specimens of scallop, unlike any known recent Pectinidae from the Northwest Pacific were found in the area of scallop fishery at north Kurile Islands in 2012 and 2017. These specimens identified as *Pecten (Chlamys) lioicus* Dall, 1907, known before as fossil only.

**Discussion:** The main taxonomic features confirm belonging of these specimens to the genus *Chlamys*. Some another features as well developed commarginal lamellae of external valves surface, absence of reticulated microsculpture and smooth ventral margin of valves differ these specimens from another *Chlamys s. str.* species. The correct systematic position of this species may be clarified after examination of additional materials, the name *Chlamys lioica* (Dall, 1907) may be used until that.

**The novelty** of research is in first recent finding of *Chlamys lioica*.

**Conclusion.** Two findings of this species at North Kuriles were recorded only. However, this species may inhabit areas outside of main scallop fishing grounds. Rare findings may be explained by rare occasional relocation of some specimens from typical native grounds.

**Keywords:** scallop, *Chlamys*, fossil, recent, North Pacific.

### ВВЕДЕНИЕ

Два живых экземпляра морского гребешка, не похожие на какие-либо известные виды морских гребешков, населяющих северную часть Тихого океана, были пойманы в районе промысла морских гребешков у северных Курильских островов в 2012 и 2017 гг. Основные конхологические признаки этих экзем-

пляров, такие, как общая форма раковины, внешняя скульптура с наличием радиальных рёбер, неравномерные ушки с глубоким биссальным вырезом и наличие настоящего ктенолиума указывают на их принадлежность к роду *Chlamys* [Skarlato, 1981; Silina, Pozdnyakova, 1986, 1990, 1991; Waller, 1993; Kafanov, Lutaenko, 1998].

С другой стороны, имеется несколько признаков, отличающих найденных морских гребешков от всех других видов, относимых в настоящее время в роду *Chlamys*. Весьма специфической особенностью этих экземпляров является наличие на поверхности обеих створок коммаргинальных ламелл, покрывающих почти всю поверхность створок. Также у них не было обнаружено признаков сетчатой микроскульптуры на внешней поверхности створок. Гладкий вентральный край створок также не похож на зубчатый край, характерный для других видов *Chlamys*.

Найденные нами морские гребешки хорошо соответствуют описаниям и изображениям вида, считавшегося ископаемым – *Pecten (Chlamys) lioicus* Dall, 1907 [Гладенков, Синельникова, 1990; Dall, 1907; MacNeil, 1967] и могут быть идентифицированы под этим названием. Поскольку все предшествующие описания выполнялись по ископаемым экземплярам, зачастую сильно повреждённым и утратившим ряд признаков, мы предприняли настоящую работу для представления, по возможности, полного описания наших экземпляров. Поскольку они продемонстрировали безусловное наличие заметной изменчивости ряда признаков, мы приводим полное описание каждого из найденных экземпляров. К сожалению, двух экземпляров недостаточно, чтобы адекватно оценить пределы изменчивости вида. Возможно, последующие находки позволят устранить этот недостаток.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Два живых экземпляра были обнаружены в районе промышленного лова морских гребешков у северных Курильских островов в ходе промысловых драгировок на скоплениях морских гребешков, преимущественно *Chlamys albida* (Dall in Arnold, 1906), в 2012 и 2017 гг.

Терминология, используемая при описании морфологии раковин морских гребешков различными авторами, может значительно варьировать [Невеская и др., 2013; Синельникова, 1975; Скарлато, 1981; MacNeil, 1967; Raines, Poppe, 2006; Carter et al., 2012]. Мы взяли за основу терминологию, предложенную за основу Картером с соавторами, как наиболее подробную, дополнив её элементами из работ В.Н. Синельниковой и О.А. Скарлато для подбора приемлемых русскоязычных терминов.

Кроме того, мы были вынуждены предложить несколько терминов для описания некоторых особенностей морфологии раковины, которые мы посчитали полезными для выполнения более точного описания. Мы использовали термин «щитковый отдел диска» для более или менее обособленных частей створок,

гомологичных щитку в других группах двустворчатых моллюсков [Carter et al., 2012; Скарлато, 1981] – от перегиба между верхней и боковой частями диска до ушной борозды. У гребешков рода *Chlamys* этот отдел часто также выделяется более яркой окраской. Мы использовали термин «линия роста» для отметок, соответствующих термину «lyrae» у Картера с соавторами, что привычнее в русскоязычной литературе. Также мы не нашли какого-либо специального названия для участка переднего ушка левой створки, соответствующего («зеркального») фасциоларному отделу правой створки. По своей скульптуре он так же, как и фасциола, несколько обособлен от других участков раковины. Мы использовали для этого участка название «антифасциола».

Термин «годовая отметка» (область сближения линий роста, соответствующая сезону замедления темпов роста) обычен в экологических работах, но не очень привычен при описании морфологии раковины. Тем не менее, описание раковины в привязке к годичным отметкам представляется полезным, так как ряд изменений морфологии раковины связан с онтогенетическими изменениями. При указании возраста моллюска обычно используется символ «+» для первого после оседания на субстрат (неполного) года жизни. Вторым таким же символом мы обозначаем такой же период после последней обнаруженной на регистрирующей структуре отметки остановки роста (от последней остановки роста до момента поимки) – это период также соответствует неполному календарному году жизни животного.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Экземпляр № 1.** Рис. 1 А-D. Охотоморская сторона о. Онекотан, 49°37,5' с. ш. 154°44,2' в. д., из гребешковой драги, глубина 126 м. 30.07.2012. Сухая раковина. Морфометрические характеристики приведены в табл. 1.

Раковина тонкая, но достаточно прочная, слегка просвечивающая, почти равностворчатая, слегка неравносторонняя. Ушки неравные по форме и размеру. Биссальный вырез правой створки глубокий и широкий, форма фасциоларного края вогнутая. Ушки правой створки и фасциола скульптурированы коммаргинальными линиями роста и ламеллами, радиальная скульптура отсутствует. Ушки левой створки и антифасциола скульптурированы коммаргинальными линиями роста и ламеллами, а также широкими и сильно уплощёнными, довольно слабо различимыми радиальными ребрышками, разделёнными узкими промежутками – по 5 ребрышек на переднем и заднем ушке, и три ребрышка на антифасциоле. Ктенолиум

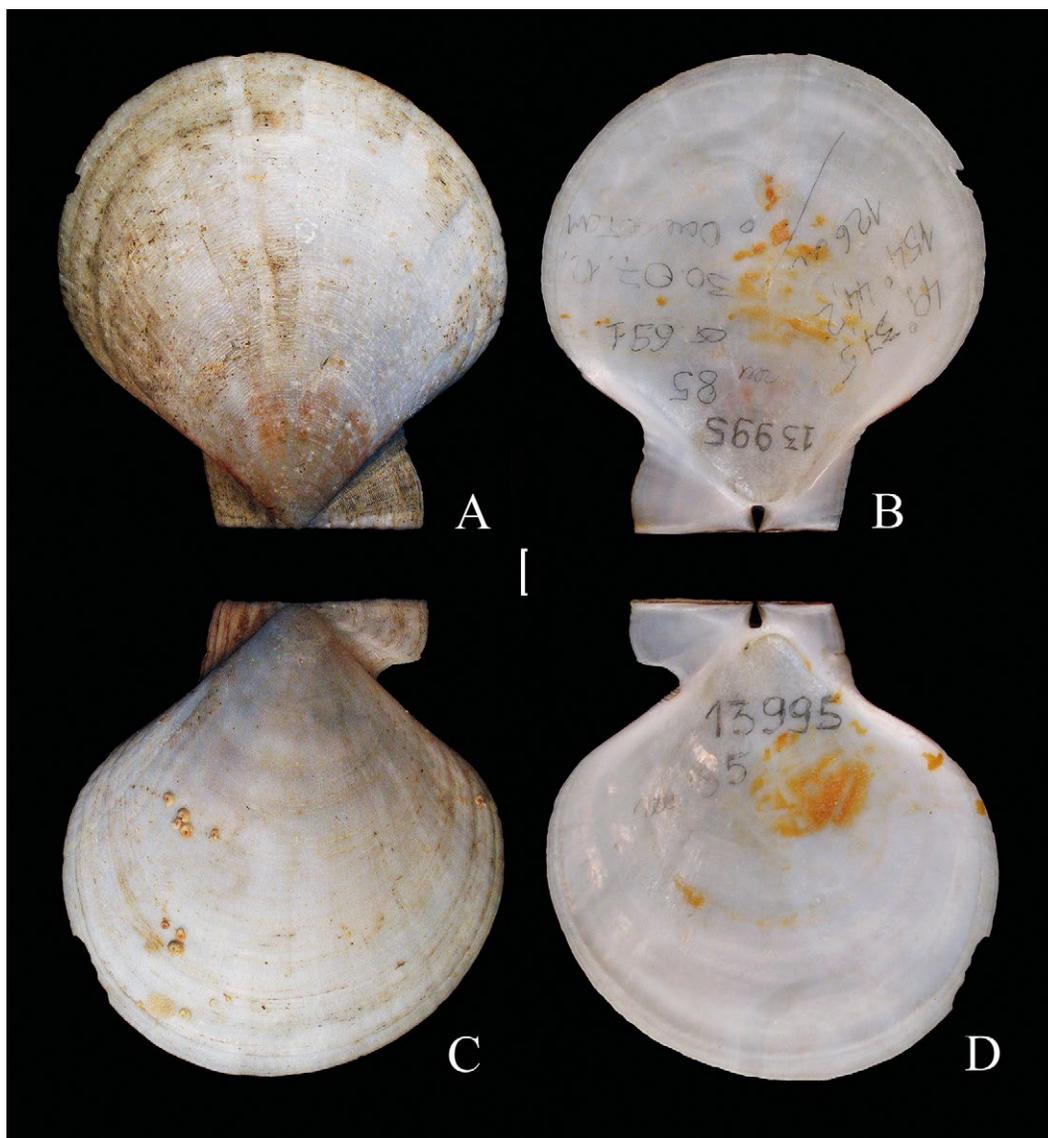


Рис. 1. *Chlamys lioica* экземпляр № 1. **A, C.** Правая створка с внешней и внутренней стороны. **B, D.** Левая створка с внешней и внутренней стороны. Шкала: 10 мм

Fig. 1. *Chlamys lioica*, Specimen 1. **A, C.** Right valve from external and internal side. **B, D.** Left valve from external and internal side. Scale bar: 10 mm

маленький, несёт 8 зубчиков, расстояние между крайними зубчиками 6,2 мм.

Замковый край ушек прямой. Апикальный угол изменяется: в примакушечной части раковины, примерно для годичной отметки 4+ (примерно 37 мм от макушки), он составляет 80°. Далее по направлению к вентральному краю апикальный угол составляет около 90°. Изменение апикального угла, возможно, может быть связано с половым созреванием.

Скульптура внешней поверхности диска левой створки образована радиальными, коммаргинальными и антимаргинальными элементами, и изменяется от макушки к вентральному краю. На участке ракови-

ны до первой годовой отметки на уровне 7,9 мм от макушки радиальная скульптура представлена 18–20 низкими, примерно одинаковыми по ширине первичными радиальными рёбрышками, начинающимися на расстоянии около 1,5–2 мм от продиссоконха. Некоторые из этих рёбрышек проявляют слабо выраженную тенденцию к бифуркации вблизи от первой годичной отметки. Промежутки между рёбрышками варьируют по ширине: некоторые меньше, другие заметно больше ширины рёбрышек.

На участке от первой до третьей годичных отметок в промежутках между первичными рёбрышками появляется несколько вставочных рёбрышек, общее

**Таблица 1.** Морфометрические характеристики раковины морского гребешка *C. lioica*, собранных у северных Курильских островов в 2012 и 2017 гг.

**Table 1.** Morphometric characteristics of the shells of *C. lioica* collected off Northern Kurile Islands in 2012 and 2017

	Экз. № 1	Экз. № 2
Левая (верхняя) створка		
Высота раковины, мм	96,9	64,1
Ширина раковины, мм	90,1	57,8
Длина замкового края (длина ушек переднее/заднее), мм	42,5 (25,5/17,0)	переднее ушко повреждено
Формула расположения групп рёбер*	76–88–102–114–128	<b>52–60–70–88–99–109–</b> 117–122
Расстояние от макушки до первой отметки замедления роста, мм	7,9	6,4
Количество радиальных рёбрышек на уровне первой годичной отметки	18–20	24–26
Количество радиальных рёбер на антифасциоле	3	3
Правая (нижняя) створка		
Длина замкового края (длина ушек переднее/заднее), мм		29,6 (17,4/12.2)
Расстояние от макушки до края фасциолы	22,4	15,8
Длина тенолиума (от первого до последнего зубчика), мм	6,2	4,9
Количество зубчиков тенолиума	8	8

число радиальных рёбрышек к третьей годичной отметке достигает 25–28. Далее по направлению к вентральному краю радиальные рёбрышки увеличиваются в ширине, но не в высоту, превращаясь в очень широкие и плоские ребра. У вентрального края некоторые из этих плоских рёбер разделяются узкими желобками, превращаясь в группу сильно уплощённых вторичных рёбер. Примерно от уровня второй годичной отметки в промежутках между рёбрами прослеживается тонкая нитевидная радиальная исчерченность (рис. 3 В).

Между первой и третьей годичными отметками на латеральных участках щитка обнаруживаются следы тонких антимаргинальных рёбрышек. Антимаргинальные рёбрышки низкие, уплощённые, разделены очень узкими нитевидными промежутками. На 1 мм поверхности раковины насчитывается от 7 до 9 (обычно 8) таких рёбрышек.

Коммаргинальная скульптура представлена в примакушечной части створки только плохо различимыми линиями роста. После третьей годичной отметки появляются приподнятые, достаточно регулярно расположенные коммаргинальные ламеллы, покрывающие весь диск, как на радиальных рёбрах, так и в промежутках между ними. Расстояние между ламеллами составляет 0,5–1 мм. Вблизи от годичных отметок, а также у вентрального края створки ламеллы сближены между собой, образуя частую «щётку».

В средней части диска между ламеллами могут быть видны тонкие, достаточно правильные коммаргинальные элементарные линии роста, расположенные примерно на одинаковом расстоянии друг от друга (рис. 3 Е). Насчитываются 12–15, обычно 13–14 элементарными линиями роста между ламеллами. Можно предположить, что эти линии могут быть отметками ежесуточных приростов. В таком случае, частота образования коммаргинальных ламелл может составлять около половины лунного месяца. Это согласуется с оценками периодичности образования линий роста у других видов рода *Chlamys* [Силина, Позднякова, 1986, 1990, 1991].

Скульптура внешней поверхности правой створки частично утрачена вследствие истирания. Радиальная скульптура представлена слабо выраженными и плохо различимыми широкими и плоскими радиальными ребрами, так же, как и на левой створке имеются коммаргинальные линии роста. Участки годичных отметок плохо различимы. Коммаргинальные ламеллы отсутствуют – видимо, вследствие истирания поверхности створки.

Внутренняя поверхность створок несёт неотчётливые отпечатки мускулов-замыкателей. Неровность внутренней поверхности створок зеркально отражает неровности внешней поверхности.

Окраска раковины практически полностью белая (левая створка слегка сероватая, но скорее в результате загрязнения), за исключением заднего щит-

кового участка правой створки, имеющего бледную лиловато-коричневую окраску. Окраска внутренней поверхности створок белая.

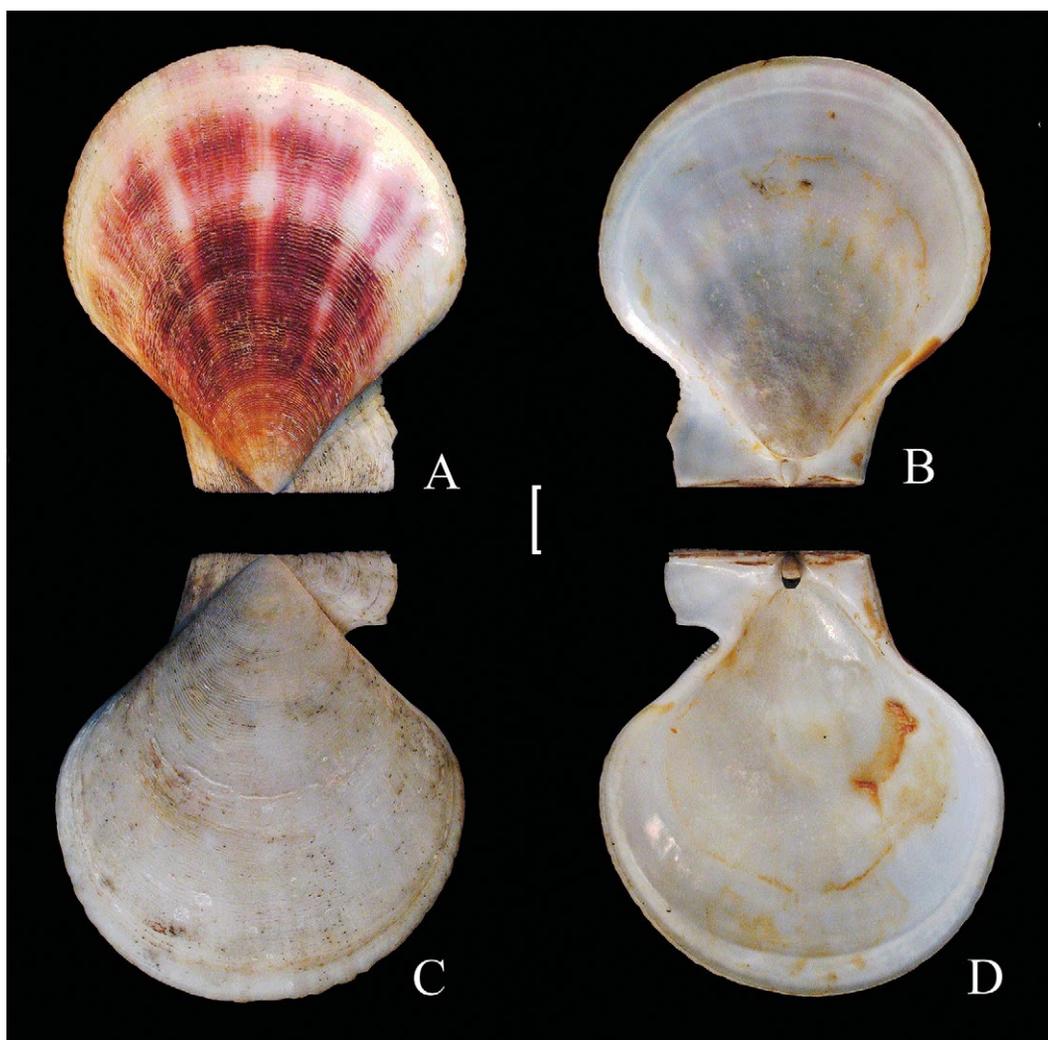
За время хранения раковины резилиум разломился на части, которые остались прикреплёнными в резилиферах. Они не извлекались из опасения нанести дополнительные повреждения. По этой причине оценка возраста моллюска по годичным отметкам на резилиуме оказалась невозможной. Подсчёт годичных отметок на внешней поверхности раковины показывает, предположительно, возраст моллюска 12++.

**Экземпляр № 2.** Рис. 2 А-D. Охотоморская сторона о. Онекотан, 49°23' с. ш. 154°33' в. д., из гребешковой драги, глубина 108 м 04.01.2017. Сухая раковина. Морфометрические характеристики приведены в табл. 1.

Раковина тонкая, но достаточно прочная, слегка просвечивающая, почти равносторчатая, слегка неравносторонняя. Ушки неравные по форме и размеру. Биссальный вырез правой створки глубокий и широкий, форма фасциолярного края вогнутая. Ушки правой створки и фасциола скульптурированы коммаргинальными линиями роста и ламеллами, радиальная скульптура отсутствует. Скульптура ушек левой створки и антифасциолы такая же, как и у экземпляра № 1. Ктенолиум маленький, несёт 8 зубчиков (рис. 3 F), расстояние между крайними зубчиками 4,6 мм.

Замковый край ушек прямой. Апикальный угол изменяется так же, как и у экземпляра № 1. Изменение значения угла также происходит примерно в 37 мм от макушки.

Скульптура внешней поверхности диска левой створки образована радиальными и коммаргиналь-



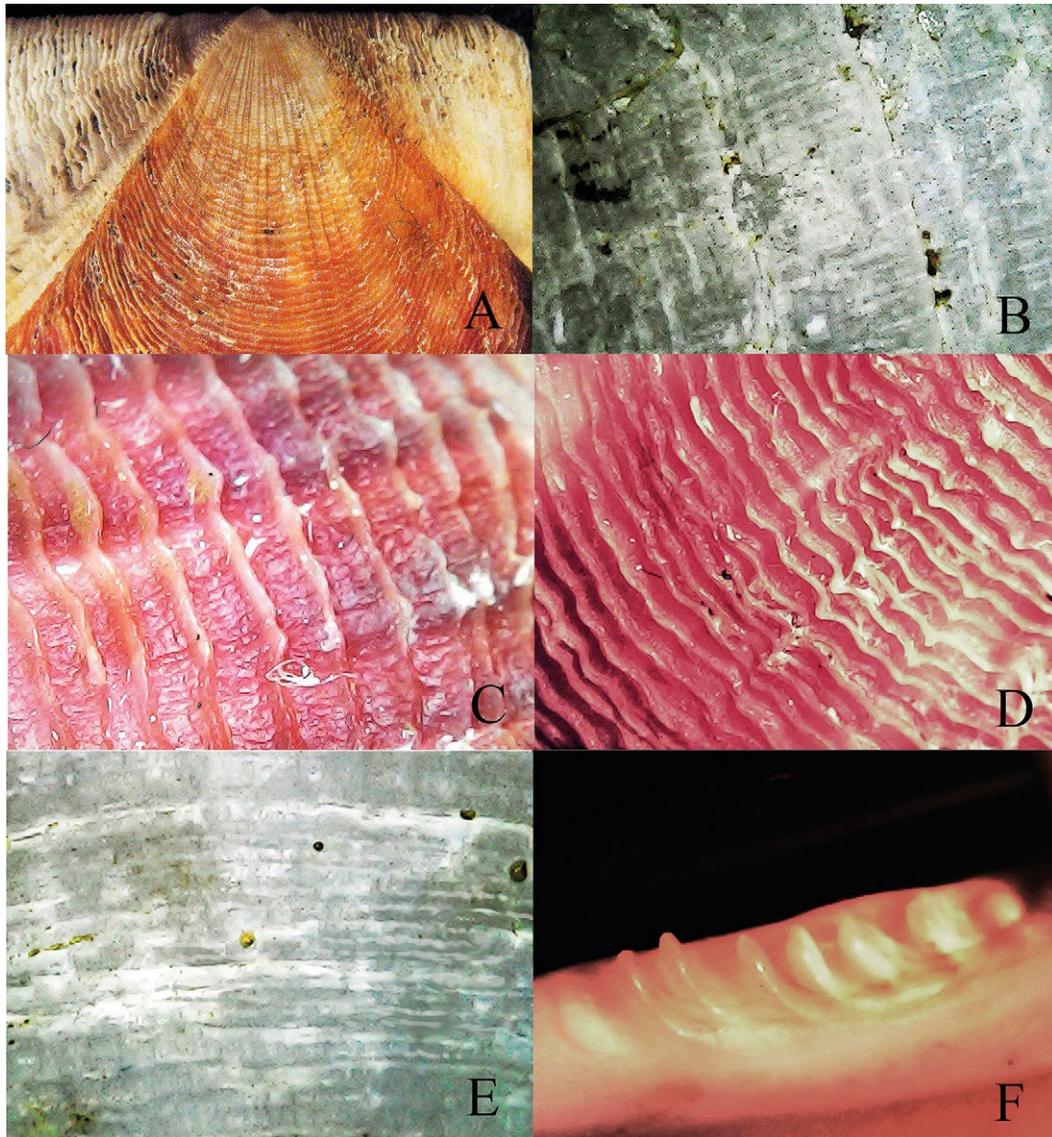
**Рис. 2.** *Liochlamys lioica* экземпляр № 2. **А, С.** Правая створка с внешней и внутренней стороны. **В, D.** Левая створка с внешней и внутренней стороны. Шкала: 10 мм

**Fig. 2.** *Liochlamys lioica* Specimen 2. **A, C.** Right valve from external and internal side. **B, D.** Left valve from external and internal side. Scale bar: 10 mm

ными элементами, изменяющимися от макушки к вентральному краю. Радиальная скульптура на участке раковины представлена 24–26 низкими, примерно одинаковыми по ширине первичными радиальными рёбрышками, начинающимися на расстоянии около 1,5 мм от продиссоконха (рис 3 А). Некоторые из этих рёбрышек развиты слабее остальных, что затрудняет точный подсчёт. Ширина промежутков между рёбрышками несколько варьирует, обычно она равна

или немного меньше ширины рёбрышек. Признаки микроскульптуры между рёбрышками отсутствуют.

Далее по направлению к вентральному краю радиальные рёбрышки увеличиваются в ширине, но не в высоту. На участке от первой до второй годичной отметки (примерно 12 мм от макушки раковины) между первичными радиальными рёбрышками образуются несколько вставочных радиальных рёбрышек. Некоторые из радиальных рёбрышек после второй годичной



**Рис. 3.** Элементы скульптуры раковин *Chlamys lioica*. **А.** Примакушечная часть, экземпляр № 2; **В.** Тонкая радиальная исчерченность в средней части левой створки, экземпляр № 1; **С.** Коммаргинальные гребешки с радиальной исчерченностью между ними, экземпляр № 2; **Д.** Область сближения коммаргинальных гребешков вблизи годичной отметки на левой створке, экземпляр № 2; **Е.** Тонкие коммаргинальные линии (суточные линии роста?) на центральной части левой створки, экземпляр № 1; **Ф.** Ктенолиум, экземпляр № 2. Шкала: **А, В, Д, Ф** – 1,0 мм; **С, Е** – 500 мкм.

**Fig. 3.** Elements of sculpture of shells of *Chlamys lioica*. **A.** Near-top area of a left valve, Specimen 2; **B.** Thin radial striation on the middle part of a left valve, Specimen 1; **C.** Commarginal lamellae with radial striation in-between, Specimen 2; **D.** Area of convergence of commarginal lamellae near the annual mark of a left valve, Specimen 2; **E.** Fine commarginal lyrae (daily incremental lines?) on the central part of the left valve, Specimen 1; **F.** Ctenolium, Specimen 2. Scale bar: **A, B, D, F** – 1.0 mm; **C, E** – 500 µm.

отметки сближаются, образуя группы рёбрышек, разделённых узкими промежутками. Другие рёбрышки остаются одиночными, отделёнными от групп рёбрышек достаточно широкими промежутками. В широких промежутках имеется тонкая радиальная исчерченность (рис. 3 С). На латеральных и щитковых участках диска, между первой и третьей годовыми отметками в местах пересечения радиальных рёбрышек с коммаргинальными ламеллами образуются приподнятые чешуйки.

На участке после третьей годичной отметки радиальная скульптура замаскирована хорошо развитыми коммаргинальными ламеллами и почти не различима. Положение радиальных рёбер можно проследить только по окраске раковины, в которой рёбрам соответствуют лучи более светлой окраски. Наиболее широкие ребра ближе к вентральному краю разделяются узкими желобками, превращаясь в группу сильно уплощённых вторичных рёбер.

Следов антимаргинальной скульптуры у данного экземпляра не было обнаружено (возможно, она может быть замаскирована хорошо развитыми ламеллами).

Коммаргинальная скульптура на примакушечном участке представлена только слабыми коммаргинальными линиями роста. Коммаргинальные ламеллы появляются на расстоянии 5–6 мм от макушки, на внешней периферии участка первого года жизни. По направлению к вентральному краю высота ламелл увеличивается, они несколько наклонены в сторону вентрального края, частично прикрывая промежутки между ними. Поверхность створки между ламеллами частично скрыта и затрудняет описание особенностей микроскульптуры между ламеллами. На некоторых из ламелл прослеживается тонкая радиальная исчерченность. В местах пересечения ламелл с радиальными рёбрышками в средней части диска образуются небольшие, слегка приподнятые зубчики (рис. 3 D).

Скульптура внешней поверхности правой створки частично стёрта. Радиальная скульптура представлена слабо выраженными и плохо различимыми широкими и плоскими радиальными рёбрами, так же, как и на левой створке. Коммаргинальные линии роста и ламеллы становятся отчётливо различимы в средней части диска. Годичные отметки ближе к вентральному краю плохо различимы, замаскированы отметками иного происхождения (вероятно, травматическими).

Внутренняя поверхность створок имеет те же особенности, что и у экземпляра № 1.

Окраска левой створки коричневато-лиловая с несколькими не очень отчётливыми коммаргинальными полосами различной интенсивности, а также

с несколькими радиальными лучами, соответствующими группам радиальных рёбер. Участок раковины, соответствующий первому году жизни, почти не окрашен — грязно-сероватый. На участке 2–3 годов жизни окраска слегка желтоватая. Ближе к вентральному краю интенсивность окраски ослабевает. Щитковые участки окрашены несколько интенсивнее соседних участков створки. Правая створка белая, за исключением коричневато-лиловых щитковых участков. Внутренняя поверхность левой створки слегка лиловая из-за просвечивающей окраски внешней поверхности, правой створки — белая.

Резилиум целый, при разделении створок остался прикрепленным к правой створке. По отметкам на резилиуме и резилифере возраст моллюска определён как 7+.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Приведённые выше особенности скульптуры раковин найденных нами экземпляров соответствуют, в основном, диагностическим признакам гребешков рода *Chlamys*. В то же время, по комбинации признаков, они сильно отличаются от других современных видов рода *Chlamys*. Ни один из современных видов не обладает комбинацией таких признаков, как отсутствие сетчатой микроскульптуры, сильно уплощённые радиальные ребра, хорошо развитые коммаргинальные ламеллы и гладкий вентральный край створок.

Имеется вид, до настоящего времени считавшийся ископаемым, имеющий такие особенности морфологии раковины. *Pecten (Chlamys) lioicus* Dall, 1907 был описан по правой (нижней) створке раковины хорошей сохранности, найденной в гравийных морских отложениях, датированных плиоценом (без уточнения яруса), на глубине 50 футов от поверхности земли около Нома (Nome, Northern Sound, Alaska) [Dall, 1907]. Этот экземпляр обозначен как голотип и хранится в Музее естественной истории США № 110480.

Общая форма раковины, значение апикального угла, скульптура ушек в материале У. Долла практически идентичны нашим экземплярам. Он дал общую характеристику внешней поверхности раковины как «...smooth, or sculptured only with incremental lines...» [Dall, 1907: p. 457]. Правые створки наших экземпляров скульптурированы слабее, чем левые створки. У экземпляра № 1 она практически «гладкая». Радиальная скульптура описана Доллом как «extremely faint indications of obsolete radial threads, flattish and about a millimeter in width» [стр. 457–458], что также сходно с описанием радиальной скульптуры наших экземпляров. Сетчатая микроскульптура раковины Доллом не упоминалась, у наших экземпляров она

также отсутствует. Учитывая перечисленное выше, мы считаем, что найденные экземпляры могут быть признаны конспецифичными *Pecten (Chlamys) lioicus*.

МакНейл [MacNeil, 1967] описал в своей работе несколько экземпляров из плиоценовых отложений с побережья залива Аляска, идентифицировав их как *Chlamys lioica*. Также этот вид упомянут в миоценовых отложениях Западной Камчатки [Гладенков, Синельникова, 1990]. Ещё один ископаемый вид, сходный с *C. lioica*, был описан Синельниковой [1975] как *Chlamys («Chlamys») pseudolioica* Sinelnikova, 1975. Описание этого вида слишком лаконичное, чтобы можно было судить о его отношении к *C. lioica*. Также высказывалось предположение о синонимичности обсуждаемого нами вида с *Chlamys behringiana* (Middendorff, 1849) [Coan, Scott, Bernard, 2000]. Это очевидная ошибка, *C. behringiana* – хорошо известный вид, сильно отличающийся от *C. lioica*. Хорошее описание *C. behringiana* приведено, например, у О.А. Скарлато [1981].

Принадлежность обсуждаемого вида к роду *Chlamys*, в современном понимании состава этого рода [Dijkstra, 2018<sup>1</sup>; WoRMS..., 2019<sup>2</sup>], признавалась всеми авторами. Наиболее существенное из отличий *C. lioica* от других видов рода – отсутствие сетчатой скульптуры – не часто, но встречается у некоторых видов рода *Chlamys* как один из вариантов изменчивости скульптуры. Такая изменчивость скульптуры отмечалась у *C. albida*, *C. chosenica* Kuroda, 1932 и *C. islandica* (Müller, 1776) [Алексеев, Песов, 2007; Кафанов, Лутаенко, 1998; Силина, Позднякова, 1991]. Другой отличительный признак – гладкий вентральный край створок – очевидно вторичен в связи с редукцией радиальной скульптуры. В настоящее время трудно судить о степени обособленности *C. lioica* от других видов *Chlamys*. Мы считаем возможным использовать в настоящее время для него название *Chlamys lioica* (Dall, 1907). Последующие исследования могут уточнить его положение внутри рода *Chlamys*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Живые моллюски *C. lioica* были обнаружены с охотморской стороны о. Онекотан, в районе интенсивного промысла морских гребешков. В период с 2012 по 2017 гг., когда были найдены эти моллюски, авторами работы было просмотрено более 100 тысяч экземпляров *Chlamys* из уловов в этом районе. Тем не менее, мы считаем, что преждевременно характери-

зовать найденный вид как редкий. Тот факт, что были обнаружены только два экземпляра, может указывать на то, что этот вид населяет участки, более или менее удалённые от участков интенсивного промысла. Тонкостенность раковин *C. lioica*, по сравнению с другими видами рода *Chlamys*, может указывать на то, что этот гребешок может населять биотопы, отличающиеся от типичных мест поселений других видов *Chlamys* у о. Онекотан. Возможно, поселения *C. lioica* располагаются на участках со сложным рельефом дна, обеспечивающим сохранность тонкостенных раковин от механического воздействия, или же этот вид обитает в условиях пониженного содержания в воде растворённого кальция – например, на больших глубинах, по сравнению с другими видами *Chlamys*. В таком случае наши находки могут быть отнесены к редким случаям выселения отдельных особей *C. lioica* за пределы обычных для него биотопов.

## Благодарности

Мы благодарны А. Лексину, штурману промыслового судна «Бриз», нашедшему экземпляр № 2 и передавшему его в наше распоряжение. Также мы признательны Д.Д. Данилину за ценные комментарии при доработке рукописи этого сообщения.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Для биологических анализов использовали водные биологические ресурсы только из промысловых уловов.

## Финансирование

Работа не имела дополнительного спонсорского финансирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Д.О., Песов Ф.Э. 2007. Микроскульптура раковины исландского гребешка *Chlamys islandica* Müller, 1776 (Pectinidae, Bivalvia) // Труды ВНИРО. Т. 147. С. 299–306.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н. 1990. Моллюски и климатические оптимумы миоцена Камчатки. М.: Наука. 174 с.
- Кафанов А.И., Лутаенко К.А. 1998. Новые данные о фауне двустворчатых моллюсков северной Пацифики. 5. Статус некоторых гребешков подсемейства Chlamydiae von Teppner, 1922 и замечания о *Mizuhopecten* Masuda, 1963 (Pectinidae) // Ruthenica, 8 (1). 65–74.
- Невесская Л.А., Попов С.В., Гончарова И.А., Гужов А.В., Янин Б.Т., Полуботко И.В., Бяков А.С., Гаврилова В.А. 2013. Двустворчатые моллюски России и сопредельных стран в фанерозое. М.: Научный мир. 524 с.

<sup>1</sup> <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138315/> 15.03.2022

<sup>2</sup> <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138315/> 15.03.2022

- Скарлато О.А. 1981. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Изд-во Наука. 480 с.
- Силина А.В., Позднякова Л.А. 1986. Линейный рост светлого гребешка *Chlamys albidus* (Pectinida, Pectinidae) // Зоологический журнал. Т. 65 (5). С. 741–746.
- Силина А.В., Позднякова Л.А. 1990. Рост гребешка *Chlamys rosealbus* в Японском море // Биология моря. Т. 15 (1). С. 37–42.
- Силина А.В., Позднякова Л.А. 1991. Микроскульптура раковин и рост трех видов гребешков рода *Chlamys* у острова Онекотан Курильских островов // Биология моря. Т. 16 (5). С. 23–30.
- Синельникова В.Н. 1975. Пектинида мио-плиоцена Камчатки. М.: Наука. 138 с.
- Coan E.V., Scott P.V., Bernard F.R. 2000. Bivalve seashells of western North America. Marine bivalve mollusks from Arctic Alaska to Baja California. Santa Barbara Museum of Natural History. 764 p.
- Carter J.G., Harries P.J., Malchus N., Sartori A.F., Anderson L.C., Bieler R., Bogan A.E., Coan E.V., Cope J.C.W., Cragg S.M., Cartia-March J.R., Hylleberg J., Kelley P., Kleemann K., Kříž J., McRoberts C., Mikkelsen P.M., Pojeta J., Jr., Tëmkin I., Yancey T., Zieritz A. 2012. Illustrated Glossary of the Bivalvia. Part N, Revised, 1 (31) // Treatise online № 48 (1). 209 p.
- Dall W.H. 1907. On Climatic Conditions at Nome, Alaska, during the Pliocene, and a new Species of *Pecten* from the Nome Gold-bearing Gravels // American J. of Science. 123 (138). 457–458.
- MacNeil F. S. 1967. Cenozoic Pectinids of Alaska, Iceland, and other Northern Regions. U.S. Geological Survey Professional Paper 553, U.S. Government Printing Office, Washington. 57 p.
- Raines B.K., Poppe G.T. 2006. The family Pectinidae. Hackenheim. Conchbooks. 402 p.
- Waller T.R. 1993. The evolution of «*Chlamys*» (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae) in the tropical western Atlantic and eastern Pacific // American Malacological Bulletin. 10 (2). 195–249.
- Невесская Л.А., Попов С.В., Гончарова И.А., Гузхов А.В., Янин В.Т., Полуботко И.В., Биakov А.С., Гаврилова В.А. 2013. Phanerozoic Bivalvia of Russia and surrounding countries. М.: Scientific World. 524 p. (In Russ.).
- Scarlato O.A. 1981. Bivalve molluscs of temperate waters of the Northwestern Pacific. L.: Nauka, 477 p. (In Russ.).
- Silina A.V., Pozdnyakova L.A. 1986. Growth of the light scallop *Chlamys albidus* (Pectinida, Pectinidae) // Zool. Zh. V. 5 (5). P. 741–746. (In Russ.).
- Silina A.V., Pozdnyakova L.A. 1990. Growth of the sea scallop *Chlamys rosealbus* in the Sea of Japan // Biologiya Morya. V. 15 (1). P. 37–42. (In Russ.).
- Silina A.V., Pozdnyakova L.A. 1991. Microsculpture of the shell and growth rates of three scallop species of the genus *Chlamys* at Onkotan Island, the Kurile Islands // Biologiya Morya. V. 16 (5). P. 23–30. (In Russ.).
- Sinelnikova V.N. 1975. Mio-Pliocene Pectinidae of Kamchatka. М.: Nauka. 138 p. (In Russ.).
- Coan E.V., Scott P.V., Bernard F.R. 2000. Bivalve seashells of western North America. Marine bivalve mollusks from Arctic Alaska to Baja California. Santa Barbara Museum of Natural History. 764 p.
- Carter J.G., Harries P.J., Malchus N., Sartori A.F., Anderson L.C., Bieler R., Bogan A.E., Coan E.V., Cope J.C.W., Cragg S.M., Cartia-March J.R., Hylleberg J., Kelley P., Kleemann K., Kříž J., McRoberts C., Mikkelsen P.M., Pojeta J., Jr., Tëmkin I., Yancey T., Zieritz A. 2012. Illustrated Glossary of the Bivalvia. Part N, Revised, 1 (31) // Treatise online № 48 (1). 209 p.
- Dall W.H. 1907. On Climatic Conditions at Nome, Alaska, during the Pliocene, and a new Species of *Pecten* from the Nome Gold-bearing Gravels // American Journal of Science. 123 (138). 457–458.
- MacNeil F. S. 1967. Cenozoic Pectinids of Alaska, Iceland, and other Northern Regions. U.S. Geological Survey Professional Paper 553, U.S. Government Printing Office, Washington. 57 p.
- Raines B.K., Poppe G.T. 2006. The family Pectinidae. Hackenheim. Conchbooks. 402 p.
- Waller T.R. 1993. The evolution of «*Chlamys*» (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae) in the tropical western Atlantic and eastern Pacific. *American Malacological Bulletin*. 10 (2). 195–249.

## REFERENCES

Поступила в редакцию 23.08.2022 г.  
Принята после рецензии 15.09.2022 г.



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Анадромные осетры России: перспективы промысла

О.Ю. Вилкова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187  
E-mail: ovilk@mail.ru

**Цель работы** – выявить актуальный статус популяций анадромных осетров России на фоне многолетних широкомасштабных мер по их восстановлению и законодательной охране запасов.

**Материал** – результаты математического моделирования сценариев восстановления запасов осетров до стабильного и достаточного для возобновления коммерческого промысла состояния, а также результаты прямых учётных съёмов численности осетров.

**Результаты** показывают, что при нивелировании незаконного промысла и увеличении объёмов искусственно выращенной молоди для пополнения природных популяций в перспективе 5–10 лет можно допустить начало коммерческого промысла осетров в Азовском и Амурском бассейнах. Экспедиционные исследования последних лет подтверждают рост численности осетров в Азовском море и реке Амур. Для осетров Волжско-Каспийского бассейна перспектива восстановления устойчивой популяции более далекая и требует существенного увеличения объёмов искусственного воспроизводства.

**Заключение:** численность осетров Азовского моря и бассейна реки Амур последние годы стабильно растёт; в Волжско-Каспийском бассейне численность русского осетра колеблется от года к году и её устойчивого роста, как и уменьшения, пока не отмечается. Коммерческий промысел осетров может быть возобновлен в ближайшей перспективе в Азовском море и Амуре при условии увеличения объёмов их искусственного воспроизводства и нивелировании ННН-промысла.

**Ключевые слова:** осетр, численность, моделирование, учётные съёмки, Россия.

## Anadromous sturgeons of Russia: prospects for fishing

Olga Yu. Vilkova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**The aim** is to reveal the current status of anadromous sturgeon populations in Russia against the background of many years of large-scale measures for their restoration and legislative protection of stocks.

**Material** – the results of mathematical modeling of scenarios for the restoration of sturgeon stocks to a stable state sufficient for the resumption of commercial fishing, as well as the results of direct field surveys of the sturgeon population.

**The results** show that with the leveling out of illegal fishing and an increase in the volume of artificially reared juveniles to replenish natural populations, in the perspective of 5–10 years, it is possible to allow the start of commercial sturgeon fishing in the Azov and Amur basins. Expeditionary research in recent years confirms the growth of sturgeon populations' size in the Sea of Azov and the Amur River. For the sturgeons of the Volga-Caspian basin, the prospect of restoring a stable population is more distant and requires a significant increase in the volume of artificial reproduction.

**Conclusion:** the number of sturgeons in the Sea of Azov and the Amur River basin has been steadily growing in recent years; in the Volga-Caspian basin, the number of Russian sturgeon fluctuates from year to year and its steady growth, as well as decrease, has not yet been observed. Commercial sturgeon fishing in the Azov and Amur basins can be resumed in the near future, provided that the volume of their artificial reproduction is increased and IUU fishing is leveled out.

**Keywords:** sturgeon, population size, modeling, accounting surveys, Russia.

### ВВЕДЕНИЕ

Осетры в прошлом были ценным объектом рыболовства и наиболее распространённым среди других осетровых видов рыб России. В водах России исторически промыслом были охвачены запасы русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833, северюги *A. stellatus* Pallas, 1771, шипа

*A. nudiventris* Lovetsky, 1828, а также белуги *Huso huso* (L., 1758) бассейнов Каспийского, Черного и Азовско-го морей, амурского осетра *A. schrenckii* Brandt, 1869 и калуги *Huso dauricus* (Georgi, 1775) бассейна реки Амур и Амурского лимана, сибирского осетра *A. baerii* Brandt, 1869 рек Сибири, атлантического осетра *A. oxyrinchus* Mitchill, 1815 бассейна Балтийского моря.

Поскольку осетры воспроизводятся в пресной воде, затем совершают миграции в море для нагула и возвращаются для нереста в места своего воспроизводства, условно их можно отнести к анадромным видам. Условно, поскольку, нагуливаются осетры, главным образом, в солоноватоводных водоёмах – Каспийском, Азовском, Чёрном, Балтийском морях, Амурском лимане, в прибрежной зоне морей Северного Ледовитого океана, имеющих пониженную солёность; по-настоящему анадромным с биологической точки зрения можно считать только атлантического осетра, мигрирующего в Атлантике на большие расстояния.

Состояние популяций анадромных осетров испытывает существенные колебания, а в течение почти трёх десятилетий, с начала 1990-х годов, они неуклонно деградировали: снизилась численность, возраст, размеры и масса тела, плодовитость рыб и способность к естественному воспроизводству [Рубан и др., 2015]. Факторы, приведшие к деградации популяций осетровых рыб, – строительство плотин, отсутствие или неисправность в них рыбоходных каналов, что препятствует проходу зрелых рыб к нерестилищам; зарегулирование речного стока, что приводит к отсутствию половодий, зарастанию нерестилищ; загрязнение водных объектов, нерегулируемый, незаконный и несообщаемый (ННН) промысел.

Российской Федерацией десятилетиями предпринимаются меры по искусственному воспроизводству и законодательной охране запасов осетровых рыб. На фоне жёстких законодательных мер и при довольно больших объёмах искусственного воспроизводства в течение более полувека важно выявить эффективность этих мероприятий и максимально достоверную картину состояния и перспективы возобновления промысла осетров, что и является целью нашего исследования.

### *Историческая справка*

В начале XX века уловы русского осетра в реке Волга приближались к 30 тыс. т [Ходоревская и др., 2012], в 1970-е годы в Волжско-Каспийском бассейне величины уловов осетровых рыб достигали 29 тыс. т (всех видов всеми странами) [Иванов, Комарова, 2008]. В начале XXI века официальный вылов каспийских осетровых рыб всеми странами ареала в среднем был не более 1 тыс. тонн.

Во второй половине XIX века официальный вылов азовских осетровых рыб превышал 16 тыс. т, в 1930-гг. – 7 тыс. т, в начале 1950-х гг. – 3 тыс. т, в середине 1980-х годов – 1 тыс. т. ННН-промысел был ниже или равнялся официальному вылову [Реков, Чепурная, 2018]. До зарегулирования рек Кубань и Дон

в стаде Азовского моря преобладала севрюга [Реков и др., 2011]. В 1990-е годы незаконный вылов осетра достиг почти 60 тыс. т, что было больше официального вылова в 30 раз. Из-за браконьерства общая численность осетра сократилась в 4 раза, а промысловой части популяции – в 42 раза – до 8 тыс. особей [Реков, 2002], что поставило популяцию этого вида, как и других видов осетровых рыб в Азовском море, на грань исчезновения.

В 1950–1960-х гг. в Чёрном море у берегов Крыма в Каркинитском заливе годовой промысел осетровых рыб достигал 500 т и более. В 1993–2000 гг. ежегодная добыча осетровых видов рыб в Каркинитском заливе снизилась до 0,2–4,0 т, при этом объём ННН-промысла в 1995 г. оценивался в 600 т.

В Балтийском регионе в XIX – начале XX века осуществлялся вполне успешный промысел атлантического осетра. В первое десятилетие XX века вылов атлантического осетра в Балтике достигал 220 т, а в Куршском заливе – 16 т. Более того, в Ладожском озере существовала пресноводная популяция атлантического осетра, промысловый запас которого полностью принадлежал России. В 1930-е годы в восточной части Балтийского моря вылов атлантического осетра составлял около 6 т [Чаликов, 1949]. Атлантический осетр после 1930-х годов утратил свое промысловое значение, в пресноводных водоёмах Балтийского бассейна считался исчезнувшим и занесён в Красную книгу России.

Данные о запасах и уловах осетровых рыб бассейна реки Амур практически отсутствуют. Максимальный вылов амурского осетра – 613,1 т – в бассейне Амура был отмечен в 1891 г. [Крюков, 1894]. В период с 1940 по 1949 годы добывали уже существенно меньше – около 11 т [Никольский, 1956], и этот факт послужил причиной запрета его промысла в 1958 году. Следует отметить, что гидрологический режим реки Амур, в целом, не претерпел изменений, связанных с антропогенной деятельностью, поэтому сокращение запаса осетра, отмеченное ещё в середине прошлого века, связывается с чрезмерной промысловой эксплуатацией вида.

Промысловое значение сибирского осетра рек Сибири невелико и его промысел носит местный характер: в период 1940–1950-х годов вылов колебался от 12 до 90 т с пиком почти 190 т в 1942 г. [Кириллов, 1972]. В настоящее время все популяции сибирского осетра, за исключением популяций реки Лена, занесены в Красную книгу России.

Шип, европейский осетр *A. sturio* L., 1758 Чёрного моря, и сахалинский осетр *A. mikadoi* Hilgendorf, 1892 никогда не были многочисленными промысловыми

видами, попадались только в прилове, а в настоящее время занесены в Красную книгу России. Белуга Азовского моря, амурский осетр и калуга Зейско-Буреинской популяций также занесены в Красную книгу России.

Для сохранения популяций осетровых рыб на государственном уровне применяются меры по искусственному воспроизводству осетров, мелиорации сохранившихся нерестилищ, устройству проходов к нерестилищам в виде рыбоходных каналов и лифтов, а также введение в законодательство строгой ответственности за ННН-промысел осетров. Уголовная ответственность за незаконную добычу и оборот осетровых рыб предусматривает наказание от штрафа до девяти лет лишения свободы.

В СССР еще в 50-е годы XX века после строительства плотин на реках Волга и Дон и утраты большей части нерестилищ были сооружены осетровые рыбодводные заводы (ОРЗ), которые вполне успешно компенсировали недостаток молоди от естественного нереста. В 1962 г. правилами рыболовства был введён запрет на вылов осетров в Каспийском море, запрещены губительные для молоди орудия лова, установлены сроки лова. К середине 1970-х годов запас русского осетра в реке Волга был восстановлен до уровня максимального вылова 1914–1915 гг. – 28,86 тыс. т, 90% которого приходилось на р. Волга [Ходоревская и др., 2012]. В конце 1980-х годов осетровыми рыбодводными заводами в Каспийский бассейн выпускалось до 90–92 млн экземпляров осетровой молоди. В бассейн Азовского моря в период с 1978 по 1990 гг. ежегодно российскими ОРЗ выпускалось более 15 млн экз. молоди осетров. В 1955 г. был запрещен промысел рыб крючьями, губительными для молоди, а в 1958 г. было введено ограничение на величину вылова. К 1990 г. в Азовском море был практически восстановлен запас русского осетра до уровня, наблюдавшегося при естественном режиме стока рек [Реков, Чепурная, 2018].

В 1990-е годы сокращение искусственного воспроизводства молоди осетровых рыб, а, главным образом, нерегулируемый и нелегальный промысел привели запасы осетров к состоянию, когда встал вопрос об их катастрофической деградации. С 1985 г. введён запрет на промысел осетровых рыб в Чёрном море, с 2000 г. – в Азовском.

В настоящее время в бассейн Каспия ежегодно выпускается около 35 млн экземпляров молоди русского осетра, в бассейн Азовского моря – около 5 млн (азовские популяции осетровых рыб восполняются только за счёт искусственного воспроизводства); в Амурский бассейн – до 3 млн молоди амурского осетра [Уловы рыб

..., 2018<sup>1</sup>; Уловы, запасы ..., 2020<sup>2</sup>]. С 2000 года Россией введён мораторий на коммерческий промысел белуги, а с 2005 года – остальных видов промысловых осетровых рыб. С 2014 года, в соответствии с межправительственным Соглашением о сохранении и рациональном использовании водных биологических ресурсов Каспийского моря всеми Прикаспийскими странами введён запрет на промысел осетровых рыб в коммерческих целях. В настоящее время вылов практически всех осетров разрешён только в научных целях и целях воспроизводства. Единственная популяция осетров, сохранивших промысловое значение, – популяция сибирского осетра р. Лены, но ежегодный объём общего допустимого улова, включающего квоту и на коммерческий вылов, там не превышает 26 т.

В качестве объектов нашего исследования выступают осетры – русский осётр Понто-Каспийского бассейна и амурский осётр бассейна реки Амур. Именно эти виды, помимо белуги, севрюги, калуги и стерляди были основными и массовыми объектами советского и российского осетрового промысла до его запрета, и искусственно воспроизведенная молодь именно этих видов выпускается в наибольшем количестве (не считая туводной стерляди). Популяции видов осетров, занесённых в Красную книгу России, не исследуются, их актуальный статус в настоящее время неясен. Во Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии разработана научная программа по восстановлению осетра в бассейне Балтийского моря, предусматривающая выращивание молоди из икры в искусственных условиях и выпуск не только в реки, впадающие в Балтийское море, но и восстановление жилой формы осетра в Ладожском озере. В результате современного опыта Германии, Польши, Эстонии по восстановлению популяций атлантического осетра [Gessner et al., 2019] этот вид стал регулярно встречаться у российских берегов Балтики, что подтверждает реальность нашего проекта.

При отсутствии официального промысла осетровых рыб резко снизилось информационное научное обеспечение для оценки их запасов и прогностических расчётов. Для оценки численности и запасов осетровых рыб стали применяться научные учётные съёмки с использованием тралов или плавных сетей, в зависимости от типа водоёма, а также математическое моделирование, разработанное специально для запасов с бедным ин-

<sup>1</sup> Уловы рыб и добыча нерыбных объектов в Каспийском бассейне. Статистические справочники (ежегодные). Астрахань. Труды КаспНИРХ 1999–2018.

<sup>2</sup> Уловы, запасы и искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов, производство продукции аквакультуры в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (2006–2015 гг.): статистический сборник, 2020 / Отв. ред. В.Н. Белоусов. Ростов-на-Дону: Мини-тайп. 128 с.

формационным обеспечением [Бабаян и др., 2006]. Результаты прямых учётных съёмок до недавнего времени не показывали положительной тенденции к стабилизации или восстановлению запасов осетров. Оценка эффективности и достоверности учётных съёмок, так же как и математических моделей, не входит в задачу данного исследования, но следует заметить, что траловые уловы осетровых рыб, особенно при комплексной съёмке совместно с другими видами рыб, показывают очень низкие результаты и, порой, полное отсутствие некоторых видов осетровых рыб в уловах, что не может не сказаться на дальнейших математических расчётах их численности. Между тем, на фоне постоянных мероприятий по искусственному воспроизводству осетров и жёстких законодательных мер по их охране возникает необходимость в понимании эффективности этих мер.

Для анализа результативности мер по сохранению, поддержанию и восстановлению устойчивых запасов осетров и перспективам их промышленного освоения в водоёмах России было осуществлено математическое моделирование сценариев их восстановления до стабильного и достаточного для возобновления коммерческого промысла состояния. Математическое моделирование проводилось совместно специалистами Отдела осетровых рыб Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и профильных подразделений филиалов ВНИРО – Азово-Черноморского, Волжско-Каспийского и Хабаровского.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для моделирования стратегий восстановления запаса русского осетра Каспия и амурского осетра, запасы которых пополняются как за счёт искусственного воспроизводства, так и естественным образом, была применена модель DB-SRA (Depletion-Based Stock Reduction Analysis – анализ истощения запаса) [Dick, MacCall, 2011], позволяющая оценить биологические ориентиры управления (биомассу запаса и коэффициент промысловой смертности, обеспечивающие максимальный устойчивый улов) и оценить ретроспективную динамику биомассы запаса с бедным информационным обеспечением. Модель позволяет прогнозировать биомассу запаса в зависимости от прогнозируемого объёма промыслового изъятия и количества выпускаемой ОРЗ молоди. При использовании данной модели исследователи модернизировали первоначальное уравнение, добавив два новых параметра – ННН-промысел и пополнение от искусственного воспроизводства [Valbo-Jørgensen, 2012; Сафаралиев и др., 2019]. Для моделирования сценариев восстановления запаса азовской популяции русского осетра в ФГБНУ «ВНИРО» разработа-

на новая модель DAP (Depleted artificial population model) [Булгакова и др., 2022] для случая полного отсутствия пополнения рыб от естественного нереста. Эта модель состоит из двух подмоделей: в первой подмодели рассчитывается динамика биомассы половозрелого стада в ретроспективе и используется итеративная процедура сопоставления модельного ряда оценок биомассы половозрелой части популяции с оценками того же запаса, полученными с помощью учётных съёмок; во второй – исследуются прогностические сценарии, учитывающие возможные изменения численности выпуска молоди и ННН-изъятия. В обеих моделях в качестве целевых ориентиров по биомассе используются величины запасов в относительно благоприятный период существования осетров параллельно с осуществлением их промысла: для Каспийского бассейна – 201,8 тыс. т, для Азовского – 10 тыс. т, для Амурского – 3,04 тыс. т.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Из нескольких десятков математически смоделированных сценариев для каждого бассейна для окончательного рассмотрения были выбраны три сценария возможного восстановления запасов осетров: «реалистичный» (или «консервативный») – при сохранении современного уровня искусственного воспроизводства и изъятия осетров только для целей научно-исследовательских работ и воспроизводства и учёта ННН-промысла, «инерционный» – при отсутствии искусственного воспроизводства и какого-либо изъятия и «оптимистичный» – при увеличении объёмов воспроизводства и сокращении ННН-промысла.

**Для Волжско-Каспийского бассейна** в качестве ориентиров были выбраны следующие параметры: биомасса запаса, обеспечивающая теоретически возможный максимальный устойчивый улов, 201,8 тыс. т; максимальный устойчивый улов – 6,7 тыс. тонн; объём выпуска осетра – 33,4 млн экз. при навеске 3,0 г (современный объём искусственного воспроизводства); величина изъятия для целей НИР и воспроизводства – 5,9 т.

Реалистичный сценарий при таких условиях и браконьерском изъятии, составляющем 10% запаса, показал [Отчет ФГБНУ «ВНИРО» ..., 2020<sup>3</sup>], что запас

<sup>3</sup> Отчет ФГБНУ «ВНИРО» по Государственной работе «Проведение прикладных научных исследований» (часть II, раздел 4 государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» №076–00005–20–02). Тема 25 «Совершенствование системы управления запасами и повышение эффективности использования ресурсов анадромных рыб», подтема 25.3 «Совершенствование системы управления запасами и повышение эффективности использования ресурсов осетровых рыб», 2020 / Исп.: Вилкова О.Ю., Булгакова Т.И., Сафаралиев И.А., Шмигирилов и др. МС. М.: ВНИРО. С. 478–492.

не достигнет целевого ориентира в 201,8 тыс. т и за 50 лет (в лучшем случае запас увеличится с 20,5 до 46,7 тыс. тонн). То есть современный объём выпуска не компенсирует влияние браконьерства.

При инерционном сценарии запас может достичь целевого ориентира за 50 лет.

При оптимистичном сценарии возможны несколько вариантов:

1) при ННН-промысле от 10% и при ежегодном выпуске молоди повышенной навески 11–20 г объём воспроизводства должен достигать 50 млн экз./год. Тогда запас достигнет целевого ориентира за 50 лет;

2) при ННН-промысле до 5% и ежегодном выпуске на современном уровне (33,4 млн экз.) и навеске 11–20 г целевой ориентир будет достигнут через 33 года. При этом увеличение ежегодно выпускаемой молоди русского осетра стандартной навески 3 грамма до 40–50 млн экз. не даст быстрого восстановления запаса;

3) при отсутствии браконьерства и современном объёме выпуска 33,4 млн экз. стандартной навеской 3 г запас достигнет целевого ориентира через 36 лет. Для более быстрого восстановления запаса потребуется увеличить навеску до 11–20 г и ежегодный выпуск до 50 млн экз. Модельные расчёты показали, что после достижения биомассы, обеспечивающей максимально устойчивый вылов, можно будет изымать до 4% от биомассы запаса (примерно 8 тыс. тонн).

**Для бассейна Азовского моря** реалистичный сценарий показывает [Булгакова и др., 2022], что при современном уровне искусственного воспроизводства 3 млн особей и ННН-промысле 10% от промыслового запаса биомасса запаса достигнет целевого ориентира 10 тыс. т в 2048 году, а при более высоком объёме выпуска искусственно выращенной молоди в 5 млн экз. – уже к 2037 году.

При наиболее оптимистичных сценариях (при ННН-промысле не более 1% и увеличении выпуска до 7 млн экз.) восстановление запаса осетра возможно уже к 2028 году. При увеличении объём выпуска молоди ОРЗ до 7 млн экз./год даже при ежегодном изъятии 15% промыслового запаса его восстановление возможно к 2039 году [Булгакова и др., 2022].

**В Амурском бассейне** при консервативном сценарии при ежегодном ННН-изъятии не более 5% и при современном объёме выпуска молоди осетра (в среднем 1,562 млн экз.) при стандартной навеске молоди в 2 г восстановление запаса произойдет за 32 года, а при увеличении количества ежегодно выпускаемой молоди до 2,5 или 5,0 млн экз. биомасса достигнет целевого уровня через 25 и 22 года, соответственно. Более быстрым будет восстановление запаса при вы-

пуске молоди повышенной навески в 10 г. При доле ННН-изъятия от 10% и выше необходимо интенсифицировать искусственное воспроизводство осетра до ежегодного объёма выпуска 2,5–5,0 млн экз. Наиболее быстрое восстановление запаса при этом будет происходить при выпуске молоди с повышенной навеской в 5 г и выше. Тогда при уровне ННН-изъятия в 10% запас восстановится за 24 года, а при ННН-изъятии в 15% – за 28 лет.

При инерционном сценарии – отсутствии в прогнозный период всех типов изъятия и только естественном пополнении запаса, промысловый запас амурского осетра может восстановиться к 2040 г., достигнув целевого ориентира 3,040 тыс. т [Отчет ФГБНУ «ВНИРО» ..., 2020<sup>1</sup>].

При оптимистичном сценарии – при полном отсутствии браконьерства и изъятии только для целей НИР и искусственного воспроизводства (в объёме 1,5 т в год), выпуске заводской молоди на уровне 2,2 млн экз., биомасса запаса может восстановиться до целевого ориентира за 13 лет.

## ОБСУЖДЕНИЕ

На практике сложно оценить близость виртуальных сценариев к действительному состоянию запасов осетров. К результатам моделирования следует относиться с некоторой осторожностью из-за неопределённости некоторых вводимых в модели данных, например, реальной величины промысловой убыли из-за слабой изученности уровня ННН-промысла и тем более его изменчивости или коэффициента промыслового возврата и выживаемости искусственно выращенной выпускаемой молоди осетров. Научно-исследовательские экспедиционные работы в реальных условиях показывают довольно оптимистичные результаты, которые могут скорректировать прогностические математические модели.

Так, учётные съёмки «АзНИИРХ» в Азовском море в 2010-х годах не отмечали осетровых рыб в море, а начиная с 2014 г., показали, что численность осетра в море стабильно увеличивается, причём, в десятки раз. Этому поспособствовало увеличение объёма выпуска искусственно воспроизводимой молоди и более строгий контроль незаконного вылова. По данным учётных траловых съёмок «АзНИИРХ», общий запас русского осетра увеличился с 42 т в 2015 году до 760 т в 2020 году. При этом увеличился и размер особей. С 2019 года отмечается увеличение возраста рыб до 10 лет. Особи до 5-летнего возраста составляют 81% по численности.

Учётные съёмки амурских осетров, проведённые в 2021 году, показали (по нашим данным), что после

значительной деградации запаса амурского осетра в Амурском бассейне, отмечаемой с середины XX века, в настоящее время наблюдается существенный рост его численности и плотности скоплений в реке. Численность амурского осетра в р. Амур превысила показатели 1980-х и последующих лет. По сравнению с данными предыдущих научных съёмок 2000-х годов численность осетра в р. Амур к 2021 году увеличилась в 2–5 раз, общая биомасса превышает 1,5 тыс. т. Оценка браконьерского вылова [Кошелев и др., 2022] показывает, что объём незаконного промысла осетра в Амурском бассейне в 2011, 2016 гг. достигал соответственно 53,1 и 83,4 т, а это ощутимая величина, значительно превышающая объём промысла в середине XX века. Тем не менее, к 2021 году численность осетра в Амуре возросла. Этому способствуют искусственное воспроизводство, усиление мер охраны и сокращение промысловой нагрузки на виды, в прилове которых вылавливается осётр. Рост численности произошёл в основном за счёт поколений, которые ещё не вступили в половозрелый, пригодный для размножения и промысла возраст, но которые уже через несколько лет пополнят половозрелое стадо.

Популяции русского осетра Волжско-Каспийского бассейна находятся в относительно стабильном состоянии; численность каспийского осетра за последние годы колебалась от 5 до 7 млн экз. (общий запас – от 8 до 14,8 тыс. т; промысловый запас – от 3,2 до 6 тыс. т).

Как было отмечено выше, современные методы учетных съёмок с использованием тралов, отсутствием расчётов объективных коэффициентов уловистости для всех учётных орудий лова для конкретных видов обладают очень низкой степенью достоверности и занижают реальную величину запаса осетровых рыб. Например, при расчётах численности с использованием плавных сетей применяется коэффициент уловистости, равный единице, что означает вылов 100% рыб этими сетями на облавливаемой площади, хотя в действительности это не так и коэффициент уловистости существенно ниже – таким образом занижается реальная величина численности рыб в водоёме. При усовершенствовании учётных методов научных экспедиционных съёмок рыб, применении комплексных методов с использованием нескольких видов орудий лова, а также данных, полученных от рыбаков, осуществляющих промысел других видов и имеющих в прилове осетров, может быть получена более достоверная величина численности и запасов осетров, причём, очевидно более высокая, чем устанавливается применяемыми в настоящее время методами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состояние запасов осетров в России вызывает умеренный оптимизм. Численность осетров Азовского моря и бассейна реки Амур последние годы стабильно растёт. Этот прирост осуществляется в основном за счёт младших возрастных групп, которые через несколько лет могут пополнить половозрелое промысловое стадо. В Волжско-Каспийском бассейне численность русского осетра колеблется от года к году, и её устойчивого роста, как и уменьшения, пока не отмечается. Из результатов моделирования видно, что основным фактором, отрицательно влияющим на состояние запасов, является ННН-промысел. Судя по результатам математического моделирования, при сведении к минимуму браконьерства уже через 5 лет возможно будет говорить о возобновлении промысла русского осетра в Азовском море, через 13 лет – амурского осетра в бассейне реки Амур. Подчеркнём, что при увеличении объёмов выпуска искусственно выращенной молоди, а также увеличении её навески, период восстановления популяций до состояния, пригодного для коммерческой эксплуатации, можно заметно уменьшить. Не так однозначно видится перспектива открытия промысла русского осетра в Волжско-Каспийском бассейне – не ранее, чем через 30 лет. С другой стороны, все виртуальные сценарии учитывают ННН-промысел и в реальности он велик – сопоставим или даже превышает объёмы официального вылова в годы промысла. То есть легальный промысел осетров мог бы прийти на смену браконьерству, существенно не изменяя ход восстановления популяций осетров, при этом контролируя объёмы изъятия через квоты и Правила рыболовства. Опираясь на положительный опыт и историю промысла ценных биоресурсов (крабов, минтая, лососей) в Дальневосточном и Северном рыбохозяйственных бассейнах, чьи запасы также были подорваны чрезмерной промысловой нагрузкой, а при ограничении официального промысла и прессом браконьерства, считаем целесообразным в качестве антибраконьерской меры организовать в ближайшие годы возобновление коммерческого промысла осетров, как минимум, в Амурском бассейне и бассейне Азовского моря.

## Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» по теме «Совершенствование системы управления запасами и повышение эффективности использования ресурсов анадромных осетровых рыб».

## ЛИТЕРАТУРА

- Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Котенёв Б.Н., Власенко А.Д., Зыкова Г.Ф., Карпюк, М.И., Романов А.А., Ходоревская Р.П. 2006. Методические рекомендации по обоснованию общих допустимых уловов (ОДУ) каспийских осетровых. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 4. М.: Изд-во ВНИРО. 59 с.
- Булгакова Т.И., Кульба С.Н., Пятинский М.М. 2022. Моделирование сценариев восстановления запаса русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Азовского моря при отсутствии естественного воспроизводства // Вопросы ихтиологии. Т. 62. № 2. С. 198–208.
- Иванов В.П., Комарова Г.В. 2008. Рыбы Каспийского моря (систематика, биология, промысел). Астрахань: АГТУ. 224 с.
- Кириллов Ф.Н., 1972. Рыбы Якутии. М.: Наука. 360 с.
- Кошелев В.Н., Диденко Д.С., Зыков Л.А., Шмигирилов А.П. 2022. Оценка браконьерского вылова калуги *Huso dauricus* и амурского осетра *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) // Известия ТИНРО. Т. 202. № 1. С. 92–104.
- Крюков Н.А. 1894. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае // Записки Приамурского отдела Императорского русского географического общества. Т. 1. Вып. 1. СПб. 87 с.
- Никольский Г.В. 1956. Рыбы бассейна Амура. М.: АН СССР. 553 с.
- Реков Ю.И. 2000. Динамика численности и структура популяции азовского осетра в условиях изменяющегося режима моря. Автореф. ... канд биол наук. М. 24 с.
- Реков Ю.И. 2002. Запасы азовских осетровых рыб: современное состояние и ближайшие перспективы // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна. ГК РФ по рыболовству, АзНИИРХ. М.: Вопросы рыболовства. С. 265–272.
- Реков Ю.И., Агапов С.А., Дудкин С.И. 2011. Ретроспективный анализ ведения осетрового хозяйства в Азовском бассейне в свете решения задачи восстановления запасов осетровых рыб // Мат. Межд. конф. «Осетровые рыбы и их будущее». Бердянск, Украина, 7–10 июня 2021 года. С. 166–170.
- Реков Ю.И., Чепурная Т.А. 2018. Основные направления восстановления промысловых запасов азовских осетровых рыб // Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем. Мат. Межд. науч.-практ. конф., посвящённой 90-летию АзНИИРХ. Ростов-на-Дону, 11–12 декабря 2018 года. Ростов-на-Дону: АзНИИРХ. С. 211–214.
- Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. 2015. О состоянии осетровых в России // Астраханский вестник экологического образования. № 1 (31). С. 42–50.
- Сафаралиев И.А., Рубан Г.И., Булгакова Т.И. 2019. Каспийская северюга: распределение, оценка запаса и сценарии восстановления волжской популяции. М.: Изд-во ВНИРО. 156 с.
- Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Жилкин А.А. 2012. Современное состояние запасов осетровых Каспийского бассейна и меры по их сохранению // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. № 1. С. 99–106.
- Чаликов Б.Г. 1949. Атлантический осетр — *Acipenser sturio* L. // Промысловые рыбы СССР. / ред. Расс Т.С. М.: Пищепромиздат. С. 69–71.
- Dick E.J., MacCall A.D. 2011. Depletion-based stock reduction analysis: a catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks // Fish. Res., V. 110. P. 331–341.
- Gessner J., Arndt G.-M., Kapusta A., Shibayev S., Gushin A., Pilinkovskij A., Povliūnas J., Medne R., Purvina S., Tambets M., Møller P.R. 2019. HELCOM Action Plan for the protection and recovery of Baltic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* in the Baltic Sea area. Baltic Sea Environment Proceedings. № 168. 70 p.
- Ye.Y., Valbo-Jørgensen J. 2012. Effects of IUU fishing and stock enhancement on and restoration strategies for the stellate sturgeon fishery in the Caspian Sea // Fish. Res. V. 131–133. P. 21–29.

## REFERENCES

- Babayan V.K., Bulgakova T.I., Vasiliev D.A., Kotenev B.N., Vlasenko A.D., Zykova G.F., Karpyuk M.I., Romanov A.A., Khodorevskaya R.P. 2006. Guidelines for substantiation of the total allowable catch (TAC) of the Caspian sturgeon // Study of ecosystems of fishery reservoirs, discharge and processing of data on aquatic biological resources, equipment and technology for their extraction and processing. Iss. 4. M.: VNIRO Publish. 59 p. (in Russ.)
- Bulgakova T.I., Kulba S.N., Pyatinsky M.M. 2022. Modeling of scenarios for the restoration of the stock of Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* in the Sea of Azov in the absence of natural reproduction // Issues of Ichthyology. V. 62. No. 2. Pp. 198–208. (in Russ.)
- Ivanov V.P., Komarova G.V. 2008. Fishes of the Caspian Sea (systematics, biology, fishing) — Astrakhan: ASTU. 224 p. (in Russ.)
- Kirillov F.N. 1972. Fishes of Yakutia. Moscow: Nauka. 360 p. (in Russ.)
- Koshelev V.N., Didenko D.S., Zikov L.A., Shmigirilov A.P. 2022. Estimation of poaching catch of kaluga *Huso dauricus* and Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* (Acipenseridae) // Izvestiya TINRO. V. 202. No. 1. Pp. 92–104. (in Russ.)
- Kryukov N.A. 1894. Some data on the situation of fishing in the Amur region // Notes of the Amur Department of the Imperial Russian Geographical Society. V. 1. Iss. 1. St. Petersburg. 87 p. (in Russ.)
- Nikolsky G.V. 1956. Fishes of the Amur basin. Moscow: AS USSR. 553 p. (in Russ.)

- Rekov Yu.I.* 2000. Population dynamics and population structure of the Azov sturgeon under changing sea conditions. PhD Abstr. in Biology. Moscow. 24 p. (in Russ.).
- Rekov Yu.I.* 2002. Stocks of Azov Sea sturgeons: the present-day state and prospects for near future // Main problems of fisheries and the protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. State Committee of RF for Fisheries, Azov Research Institute of Fisheries. Moscow: Problems of Fisheries. Pp. 265–272. (in Russ.).
- Rekov Yu.I., Agapov S.A., Dudkin S.I.* 2011. Retrospective analysis of sturgeon farming in the Azov basin in the light of solving the problem of restoring sturgeon stocks // Collec. papers of intern. conf. «Sturgeon Fish and Their Future». Berdyansk, Ukraine, June 7–10, 2021. P. 166–170. (in Russ.).
- Rekov Yu.I., Chepurnaya T.A.* 2018. The main directions of the restoration of commercial stocks of Azov sturgeons // Topical issues of fisheries, fish farming (aquaculture) and environmental monitoring of aquatic ecosystems. Materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Azov Research Institute of Fisheries. Pp. 211–214. (in Russ.).
- Ruban G.I., Khodorevskaya R.P., Koshelev V.N.* 2015. On the status of sturgeons in Russia // Astrakhan Bull. of Ecological Education. No. 1 (31). pp. 42–50. (in Russ.).
- Safaraliev I.A., Ruban G.I., Bulgakova T.I.* 2019. Caspian stellate sturgeon: distribution, stock assessment and recovery scenarios for the Volga population. Moscow: VNIRO Publish. 156 p. (in Russ.).
- Khodorevskaya R.P., Kalmykov V.A., Zhilkin A.A.* 2012. The current state of sturgeon stocks in the Caspian basin and measures for their conservation // Bulletin of ASTU. Series: Fisheries. No. 1. pp. 99–106.
- Chalikov B.G.* 1949. Atlantic sturgeon – *Acipenser sturio* L. // Commercial fish of the USSR. / ed. Russ T.S. Moscow: Pishchepromizdat. Pp. 69–71.
- Dick E.J., MacCall A.D.* 2011. Depletion-based stock reduction analysis: a catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks // Fish. Res., V. 110. P. 331–341.
- Gessner J., Arndt G-M., j Kapusta A., Shibayev S., Gushin A., Pilinkovskij A., Povliūnas J., Medne R., Purvina S., Tambets M., Møller P.R.* 2019. HELCOM Action Plan for the protection and recovery of Baltic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus* in the Baltic Sea area. Baltic Sea Environment Proceedings. № 168. 70 p.
- Ye.Y., Valbo-Jørgensen J.* 2012. Effects of IUU fishing and stock enhancement on and restoration strategies for the stellate sturgeon fishery in the Caspian Sea // Fish. Res. V. 131–133. P. 21–29.

Поступила в редакцию 09.09.2022 г.  
Принята после рецензии 11.10.2022 г.



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Предпосылки, организация и развитие килечного тралового промысла в Среднем Каспии

С.В. Канатьев, Т.В. Помогаева, В.А. Калмыков, В.П. Разинков, Ю.А. Парицкий, И.Б. Балченков, А.М. Камакин, С.В. Шипулин

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), ул. Савушкина, 1, г. Астрахань, 414056

E-mail: rocot11@mail.ru

**Цель работы:** изучить возможность организации нового вида промысла обыкновенной кильки в западной части Среднего Каспия с использованием разноглубинных тралов.

**Метод:** выполнение в 2009–2012 гг. всесезонных экспедиционных поисковых тралово-акустических, ихтиологических и гидрологических работ с применением общепринятых методик.

**Новизна:** проведённые исследования позволили оценить распределение и формирование промысловых скоплений обыкновенной кильки в предзимовальный и зимовальный период в западной части Среднего Каспия. Было выявлено, что в холодное время года, в условиях наиболее низких значений температуры воды, здесь происходят специфические изменения в поведении обыкновенной кильки, позволяющие эффективно облавливать её скопления разноглубинным тралом.

**Результаты:** анализ материалов исследований 2009–2012 гг. позволил разработать биологическое обоснование организации нового вида морского промысла на Каспии – добычу обыкновенной кильки разноглубинными тралами.

**Практическая значимость:** на основании рекомендаций КаспНИРХ в 2019 г. в западной части Среднего Каспия организован российский траловый промысел обыкновенной кильки, успешно развивающийся в настоящее время.

**Ключевые слова:** Каспийское море, обыкновенная килька, морской промысел, распределение и промысловые концентрации, гидроакустические и гидрологические исследования, поисковые работы, разноглубинный трал.

## Premises, organization and development of sprat trawl fishing in the Middle Caspian Sea

Sergei V. Kanatev, Tatiana V. Pomogaeva, Vladislav A. Kalmykov, Viacheslav P. Razinkov, Yurii A. Paritskii, Igor B. Balchenkov, Andrei M. Kamakin, Sergei V. Shipulin

Volga-Caspian Branch of «VNIRO» («CaspNIRKH»), 1 Savuskin st., Astrakhan, 414056, Russia

**The purpose** of the work is to study the possibility of organizing a new type of Caspian Sea sprat fishing in the western part of the Middle Caspian Sea using multi-depth trawls.

**The method** is the performance in 2009–2012 of all-season expeditionary search trawl-acoustic, ichthyological and hydrological works using generally accepted methods.

**The novelty** consists in the conducted studies allowed to assess the distribution and formation of commercial clusters of Caspian Sea sprat in the pre-winter and winter period in the western part of the Middle Caspian Sea. We revealed that in the cold season, in conditions of the lowest water temperature values, specific changes in the behavior of Caspian Sea sprat occur here, which make it possible to effectively catch its accumulations with a multi-depth trawl.

**The results** are based on the analysis of research materials from 2009–2012 that allowed to develop a biological justification for the organization of a new type of marine fishing in the Caspian Sea – the extraction of Caspian Sea sprat by multi-depth trawls.

**The practical significance** – based on the recommendations of CaspNIRKH in 2019, a Russian trawl fishery for Caspian Sea sprat was organized in the western part of the Middle Caspian Sea, which is currently developing successfully.

**Keywords:** the Caspian Sea, Caspian sprat, marine fishing, distribution and fishing concentrations, hydroacoustic and hydrological studies, prospecting works, multi-depth trawl.

### ВВЕДЕНИЕ

Килечный промысел на Каспии имеет достаточно богатую историю. В конце 40-х – середине 50-х гг. XX века, проведённые сотрудниками КаспНИРХ ис-

следования по возможности добычи анчоусовидной кильки с привлечением на электросвет, позволили организовать экспедиционный промысел кильки в Среднем и Южном Каспии. Сначала для лова на сейнерах

применялись килечные конуса (подхваты), несколько позже для среднетоннажного флота были разработаны рыбонасосы.

К середине 80-х гг. количество сейнеров превышало 100 единиц. Флот постоянно обновлялся, строились новые среднетоннажные суда типа РМС, РДОС, РДОМС, СРТМк и др. К концу 80-х гг. в море работало уже более 50 таких судов. До конца 20-го столетия основу каспийского морского промысла составляли кильки. Ежегодный объём их добычи находился на уровне 200–250 тыс. т, в отдельные годы, превышая 400 тыс. т. Добывающий флот базировался на запасах анчоусовидной кильки, составлявшей в уловах около 90%. Два других вида – большеглазая (9% улова) и обыкновенная (1% улова) кильки – были приловом к анчоусовидной кильке. Промысловое вооружение судов и техника лова (светолов) соответствовали особенностям биологии анчоусовидной кильки, запасы которой оставались стабильными и варьировали в разные годы от 700 до 1000 тыс. т.

На рубеже XX и XXI столетий экосистема Каспийского моря претерпела значительные изменения под воздействием комплекса факторов. Главной причиной явилась повышенная сейсмичность дна моря в 2001 г., вызвавшая разлом земной коры, повышение температуры воды, выделение в море большого количества остротоксичных веществ, превышавших ПДК в десятки раз [Веремеенко, 2009; Катунин, 2002]. Весной 2001 г. произошла массовая гибель килек, продолжавшаяся до 2002 г., усиливаясь в весенне-летний период и затухая в осенне-зимний. Только за период с апреля по июль 2001 г. биомасса погибших килек составила порядка 166 тыс. т [Кушнаренко, 2006].

Значительное сокращение популяции анчоусовидной кильки совпало с периодом стихийного вселения из Азово-Черноморского бассейна в Каспий гребневика мнемипсиса *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865. Создавшиеся экологические условия оказались для этого вида благоприятными, а при отсутствии естественных врагов гребневик стал бурно размножаться, уничтожая кормовую базу пелагических рыб. Биомасса зоопланктона к началу 2002 г. в Южном Каспии снизилась в 10 раз, в Среднем Каспии – в 6 раз. При этом численность основных кормовых объектов килек сократилась в 50 раз [Сокольский, Камакин, 2004].

Снижение биомассы кормовых организмов в море привело к голоданию популяций анчоусовидной и большеглазой килек, вызывая патологические изменения в организме рыб. С 2002 г. гребневик мнемипсис стал ведущим фактором, определяющим уровень ежегодного пополнения и численности про-

мысловых запасов этих видов килек. Под воздействием пресса гребневика мнемипсиса – главного конкурента в питании рыб-планктофагов и хищника икры и личинок килек – пострадали популяции эндемичных видов килек: анчоусовидной и большеглазой, жизненный цикл которых проходит в зоне кругового каспийского течения.

За первое десятилетие 2000-х гг. запасы анчоусовидной и большеглазой килек резко сократились. Промысловый запас основного объекта промысла – анчоусовидной кильки с 2001 по 2010 гг. сократился в 6,2 раза (с 643 тыс. т до 104 тыс. т). Большеглазая килька – второй по численности объект промысла полностью утратила промысловое значение, её промысловый запас сократился с 94 до 5 тыс. т, популяция находилась в состоянии глубокой депрессии. За десятилетие световой килечный промысел стал нерентабельным и полностью утратил своё значение. Весь рыболовный килечный флот были распродан и частично утилизирован. В настоящее время отмечается медленный рост численности анчоусовидной кильки.

Экологическая катастрофа, случившаяся весной 2001 г. в Каспийском море, практически не затронула популяцию многочисленного промыслового вида – обыкновенной кильки. В весенний период с апреля до июня по всему Каспию происходит её массовый нерест на прибрежных мелководьях с глубинами около 2 м. Все негативные процессы, связанные с повышенной сейсмической активностью моря, проходили в других районах, в зоне кругового каспийского течения на акватории с глубинами более 30 м.

Таким образом, в самый напряжённый экологический период (с 2001 г.) популяция обыкновенной кильки оказалась в стороне от негативных процессов и в большей степени сохранила свою численность. На тот момент российская часть запаса этого вида определялась в объёме более 250 тыс. т, промысловое изъятие было определено на уровне 55 тыс. т, создавая предпосылки организации нового специализированного промысла обыкновенной кильки. С этой целью в 2009–2012 гг. впервые в истории рыбохозяйственной науки на Каспии были проведены всесезонные экспедиционные поисковые тралово-акустические, ихтиологические и гидрологические исследования. В работах использовались общепринятые методики, применяемые при выполнении учётных морских тралово-акустических съёмов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования послужили поисковые сезонные экспедиции, проводимые КаспНИРХ на судне НИС «Исследователь Каспия».

Работы, выполненные в 2009–2012 гг. в западной части Среднего Каспия носили комплексный характер, включая в себя:

- гидроакустическую съёмку (гидроакустический комплекс «SIMRAD EK-60»);
- гидрологические исследования;
- поисковые работы в районах локализации скоплений обыкновенной кильки;
- траловые лова (разноглубинный 30 метровый трал);
- оценку видового состава уловов и прилова осетровых видов рыб;
- анализ биологических параметров обыкновенной кильки в траловых уловах.

Отбор проб и обработка материала проводились в соответствии с общепринятыми методиками [Инструкция по сбору ..., 2011<sup>1</sup>], акустическая информация в соответствии со стандартной методикой ВНИРО [Юданов и др., 1984].

Всего за период исследований в 2009–2012 гг. В северо-западной части Среднего Каспия было выполнено 75 тралений разноглубинным 30-метровым тралом, пройдено гидроакустическими галсами 6320 миль, исследовано на возрастной состав 3000 экз. обыкновенной кильки, промерено и взвешено с оценкой степени зрелости половых желёз 14400 экз. рыб.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для организации специализированного промысла обыкновенной кильки требовалось, прежде всего, разработать способ лова. Материалы многолетних исследований показывали, что этот вид килек обладает отрицательным фототаксисом, и в отличие от анчоусовидной кильки эффективность его промысла традиционными орудиями лова с привлечением на электросвет (конуса, рыбонасосы) была крайне низкой. Траловый лов также представлялся малоэффективным. В 70-е, 80-е и 90-е гг. XX века в Южном и Среднем Каспии работы по выявлению возможности эффективного тралового лова килек уже проводились. В разные годы были задействованы астраханские рыболовные суда СРТМк «Параллель» и СРТМк «Гипотеза», имевшие на борту современное для того времени отечественное научное гидроакустическое оборудование (СИОРС, УСОД), позволявшее оценить численность и биомассу облавливаемых скоплений килек. Кроме того, для решения этой проблемы на Каспий было откомандировано промысловое судно СРТМк «Южная звезда», с опытным экипажем, работавшим на траловом промысле хамсы

и других видов рыб в Чёрном море. В 90-е гг. выполнялись совместные российско-иранские работы в Южном Каспии на иранском научно-исследовательском судне СРТМк «Гилян» с применением научного гидроакустического комплекса «SIMRAD». В работах использовались разноглубинные тралы с вертикальным раскрытием от 20 до 30 м.

Во всех вышеперечисленных случаях, как правило, облавливались промысловые концентрации анчоусовидной и обыкновенной килек в пелагиали в горизонтах от 20 до 40 м. Скопления, имели весьма высокую плотность. В дневное время они были представлены непрерывными косяками, достигавшими в высоту 10–15, и даже 20 м, ночью – равномерной разреженной «россыпью». Протяжённость каждого скопления составляла около 15 миль. Единообразно в Южном и Среднем Каспии формировалось до 8 таких скоплений. По опыту работы на светолове известно, что один косяк высотой 15 м давал в улове до 10 т кильки. Перспективы для тралового промысла килек представлялись весьма радужными, но на практике добиться высоких уловов в этот период так и не удалось. На самых высоких концентрациях уловы не превышали 100–200 кг за час траления. Пытались облавливать как дневные, так и ночные скопления. Рыбаки и учёные экспериментировали с разными режимами тралений, меняли скорости и горизонты хода трала. Ни астраханским, ни черноморским, ни иранским рыбакам не удалось добиться стабильных высоких уловов. Каспийские кильки с большим успехом избегали попадания в трал. В первом десятилетии 2000-х гг. об этом было хорошо известно, отчего траловый лов килек представлялся малоэффективным.

Однако, материалы ежегодных учётных килечных съёмок убедительно показывали наличие стабильно высокого российского промыслового запаса обыкновенной кильки в Среднем Каспии. На фоне упадка светового промысла анчоусовидной кильки и существенного снижения объёмов добычи водных биоресурсов на Каспии, проблема промышленного освоения запаса обыкновенной кильки стояла наиболее остро.

Ввиду значительного упадка или исчезновения промысла других рыб, с целью разрешения кризисной ситуации российского рыболовства в Каспийском море, в 2008 г. в КаспНИРХ было принято решение ещё раз провести исследования по выявлению возможности эффективной добычи обыкновенной кильки разноглубинным тралом, с тем, чтобы либо добиться успешных результатов, либо составить окончательный вердикт о бесперспективности такого способа лова.

<sup>1</sup> Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. 2011. / ред. Судаков Г.А. Астрахань: КаспНИРХ, 193 с.

На начальном этапе обратились к опыту промысловиков азово-черноморского бассейна. Следует отметить, что азово-черноморская тюлька и каспийская обыкновенная килька — близкородственные таксоны. Положительный опыт использования сейнеров для тралового лова тюльки на азово-черноморском бассейне послужил предпосылкой начала исследований для обоснования организации морского промысла обыкновенной кильки на Каспии [Канатьев, 2011; Канатьев и др., 2014].

Сезонные научно-исследовательские экспедиции выполнялись в западной части Среднего Каспия в 2008–2012 гг. на НИС «Исследователь Каспия». Поиск скоплений и оценка численности и биомассы килек осуществлялась с помощью бортового научного гидроакустического комплекса «SIMRAD EK-60». Для лова использовался стандартный промысловый разноглубинный 30-метровый трал, применяемый на сейнерах в Чёрном и Азовском морях.

На первом этапе исследования проводились в 2008 и 2009 гг. в летний период (июль-август) одновременно с выполнением ежегодных тралово-акустических и конусных учётных килечных съёмок в Среднем Каспии. В это время на всей акватории моря формируются нагульные скопления кильки в пелагиали в верхнем 25-метровом слое.

Неоднократные попытки обловить такие скопления разноглубинным тралом не увенчались успехом, что лишний раз подтверждало правильность выводов, сделанных ещё в конце XX столетия о низкой эффективности такого лова. Продолжение работ требовало переосмысления подходов к траловому лову на основе анализа имеющихся данных о поведенческих особенностях обыкновенной кильки в разные сезоны года.

Известно, что обыкновенная килька распространена по всему Каспию, но в основном придерживается мелководной зоны и не заходит на глубины свыше 100 м. В течение года она совершает нерестовые, нагульные и зимовальные миграции. В российской части Среднего Каспия нерестовые миграции проходят в период с марта по май. Массовый ход начинается во второй и третьей декадах апреля при температуре воды более 6 °С. Часть косяков движется на нерест в Северный Каспий, другая часть нерестится в Среднем Каспии у побережья Дагестана, на мелководье с глубинами около 2 м.

После икрометания в Северном Каспии, большая часть популяции обыкновенной кильки остаётся здесь на нагул. В июле начинается миграция в Средний Каспий в районы с глубинами более 25 м. Начало массовой миграции традиционно наблюдается в сентябре. С июля по сентябрь происходит накопление и рост

концентраций обыкновенной кильки в Среднем Каспии, достигая максимальных величин в октябре. Нагульные миграции этот вид совершает в зоне кругового каспийского течения, образуя наиболее плотные скопления над глубинами от 30 до 60 м в верхнем 25-метровом слое моря, интенсивно потребляя кормовую зоопланктон. Температура воды в этом слое достигает в летние месяцы 20–22 °С. В октябре с ростом ветровой активности и понижением температуры воздуха наблюдается значительное снижение температуры воды. В осенний штормовой период (октябрь-ноябрь) в результате конвекции водных масс уже в верхнем 40-метровом слое моря наблюдается изотермия с температурами до 10–12 °С. С наступлением зимних месяцев эти процессы усиливаются и охватывают верхний 60-метровый слой моря, температура воды продолжает понижаться. Минимальные значения температуры воды в этом слое отмечаются в январе-феврале, но они отличаются в разных районах Каспийского моря [Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР, 1986].

В Южном Каспии в зоне кругового каспийского течения вода на западе у азербайджанского побережья остывает до 7,5–8 °С, на востоке у берегов Туркмении — до 9–9,5 °С. При таких температурах обыкновенная килька продолжает активно питаться и держится в верхнем 25-метровом слое моря. Нагульные миграции здесь на большей части акватории продолжаются до начала весны [Гидрометеорологические условия ..., 1986].

В Среднем Каспии зимний термический режим имеет существенные различия на востоке и на западе. У казахстанского побережья, на большей части акватории, где наблюдаются массовые скопления обыкновенной кильки, верхний слой моря остывает до 7,5–8 °С. При такой температуре обыкновенная килька также продолжает питаться. На западе Среднего Каспия, у дагестанского побережья наблюдаются самые низкие температуры воды. В период льдообразования адвекция северокаспийских вод значительно охлаждает эту акваторию. В верхнем 60-метровом слое моря в северо-западной части Среднего Каспия в январе-феврале значения температуры воды достигают 4,5–5,5 °С [Гидрометеорологические условия ..., 1986] (рис. 1).

Таким образом, самая холодная акватория зимой в Среднем и Южном Каспии — это район моря у дагестанского побережья. Наиболее резкие изменения температурного режима здесь наблюдаются уже с октября.

Материалы многолетних исследований КаспНИРХ показывают, что обыкновенная килька, во время на-

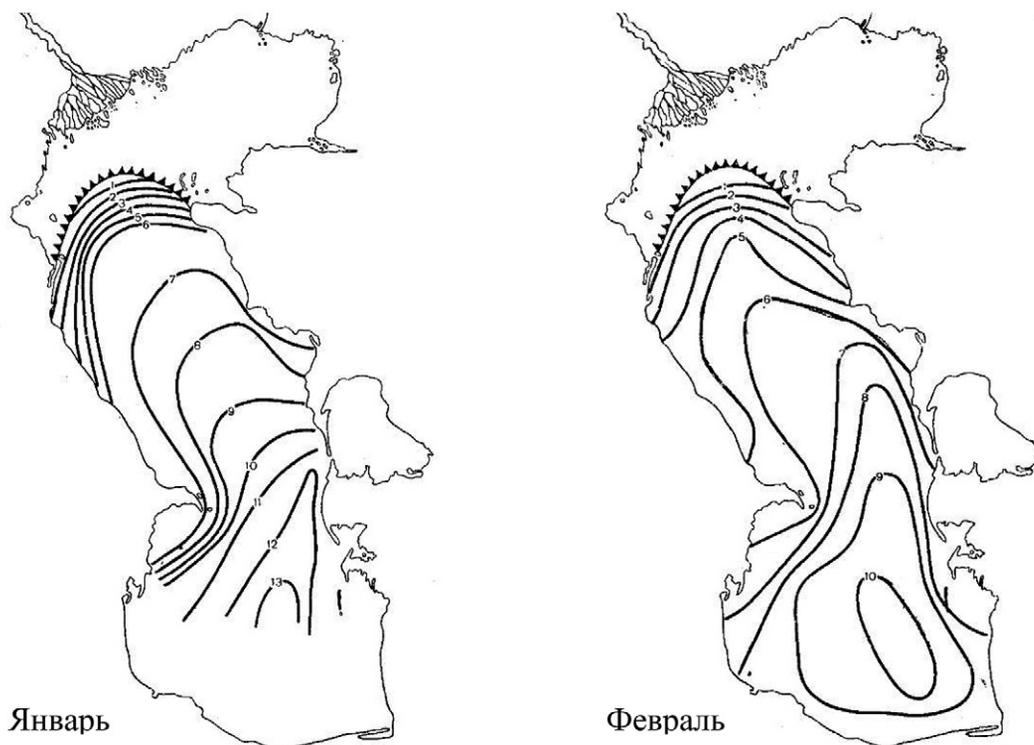


Рис. 1. Температура воды в верхнем слое Каспийского моря в зимний период  
Fig. 1. Water temperature in the upper layer of the Caspian Sea in winter

гульных миграций активно питаясь, живо реагирует на внешние раздражители и избегает их, что убедительно показывают эксперименты с траловым ловом в пелагиали [Канатьев, 2011]. Известно, что при температуре воды ниже 7 °С обыкновенная килька становится менее подвижной, значительно снижается её кормовая активность. При ещё более низких температурах (менее 6 °С) этот вид килек образует зимовальные концентрации на глубинах 35–65 м, скапливаясь отдельными косяками или сплошным плотным слоем высотой до 5–10 м на грунте как в дневное, так и в ночное время. В таких условиях обыкновенная килька малоподвижна, не питается, почти не реагирует на внешние раздражители. Основываясь на такой особенности её поведения, было принято решение продолжить эксперименты с траловым ловом на зимовальных и предзимовальных скоплениях. Район исследований – северо-западная часть Среднего Каспия. Сроки выполнения работ – поздняя осень, зима и ранняя весна. Научно-исследовательские рейсы на НИС «Исследователь Каспия» по изучению и облову разноглубинным тралом предзимовальных и зимовальных скоплений обыкновенной кильки были начаты в октябре 2009 г.

Ежегодно с 2009 по 2012 гг. в осенние месяцы (октябрь-ноябрь) проводились исследования в период образования максимальных предзимовальных

скоплений кильки. В 2011–2012 гг. в феврале-марте изучалось распределение зимовальных скоплений обыкновенной кильки. В ноябре-декабре 2012 г. проведён экспериментальный промышленный лов обыкновенной кильки разноглубинным тралом на судне КаспНИРХ НИС «Исследователь Каспия». Работы, как в этом рейсе, так и во всех предшествующих проводились под руководством сотрудника КаспНИРХ Канатьева С.В. Гидроакустические исследования выполняли Помогаева Т.В. и Балченков И.Б.

Гидроакустическая съёмка обеспечивалась показаниями двух эхолотов «SIMRAD EK-60» с рабочей частотой 38 и 120 кГц. Эхометрические исследования проводились над глубинами от 20 до 100 м. Район исследований был охвачен равноудаленными (на расстоянии не более 10 миль) галсами. Протяжённость района по широте составляла от 10 миль в самом узком месте – траверз Дербента, до 55 миль в самом широком месте – траверз Сулака (рис. 2).

В целом гидроакустические исследования на шельфе Дагестана были выполнены на акватории около 3300 миль<sup>2</sup>. Анализ полученных эхометрических данных показал, что в разные сезоны на исследованной акватории наблюдались плотности скоплений обыкновенной кильки от нескольких сотен до 10000 м<sup>2</sup>/нми<sup>2</sup>. В дневное время эхоинтенсивность скопле-

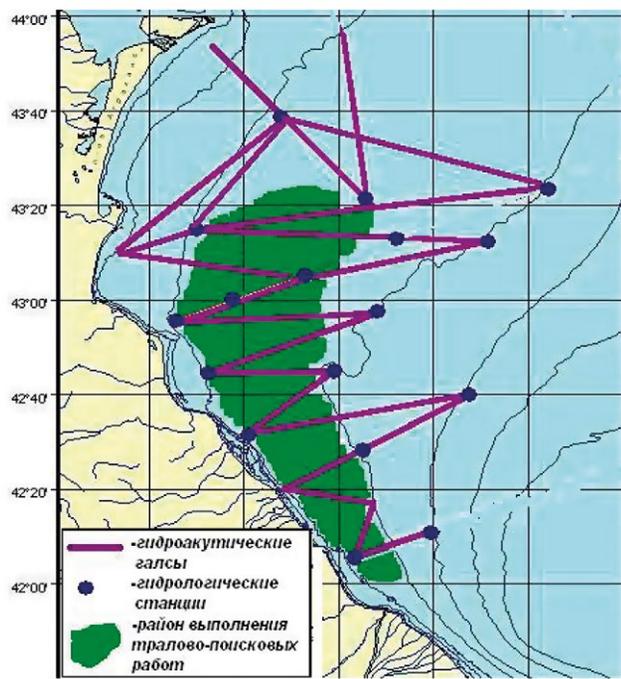


Рис. 2. Район поисково-траловых работ в 2009–2012 гг.

Fig. 2. The area of search and trawl works in 2009–2012

ний варьировала от 1200 до 4000  $m^2/nmi^2$ , в ночное время – от 2000 до 10000  $m^2/nmi^2$ .

В осенний период (октябрь – ноябрь) плотность биомассы килек в разных районах полигона варьировала от 0,01 до 250 т/миля<sup>2</sup>, в среднем 6,68 т/миля<sup>2</sup>. Промысловые концентрации кильки (свыше 20 т/миля<sup>2</sup>) распределялись на акватории площадью 450 миль<sup>2</sup>. Максимальные концентрации кильки (свыше 100 т/миля<sup>2</sup>) формировались в районе г. Дербент и г. Избербаш, над глубинами 30–42 м (рис. 3).

В марте плотные зимовальные скопления обыкновенной кильки наблюдались на глубинах 45–65 м в районе от г. Махачкала до г. Дербент. Плотность биомассы килек колебалась от 0,01 до 217 т/миля<sup>2</sup>, в среднем 7,6 т/миля<sup>2</sup>. Промысловые концентрации кильки формировались в районе г. Дербент и г. Избербаш на акватории площадью 326 миль<sup>2</sup> (рис. 4).

Биомасса обыкновенной кильки в этом районе по данным гидроакустических исследований 2009–2012 гг. составляла в летне-осенний период около 36 тыс. т, в зимне-весенний период – 25 тыс. т.

В процессе проведения гидрологических исследований был изучен термический режим моря на глубинах от 20 до 100 м.

В осенний период благоприятные условия для формирования промысловых скоплений кильки наблюдались в зоне образования фронтальных зон с высоким горизонтальным температурным градиентом в интервале от 10 до 17 °С, в придонном слое воды 28–32 м, что подтверждают материалы выполненной гидроакустической съёмки.

В зимний период, над глубинами менее 40 м, вода прогрета до 4,0–4,5 °С. Термический режим моря с более высокими значениями температуры (5,0–6,0 °С) и её градиентом (0,5–1,2 °С на милю), благоприятный для распределения зимовальных концентраций обыкновенной кильки, сформировался вдоль 55–65-метровых изобат от траверза г. Махачкала до траверза г. Дербент (рис. 5).

Анализ гидроакустических наблюдений показал, что наиболее высокие зимовальные концентрации обыкновенной кильки распределялись в придонном слое воды в районах моря с температурой 5,5 °С.

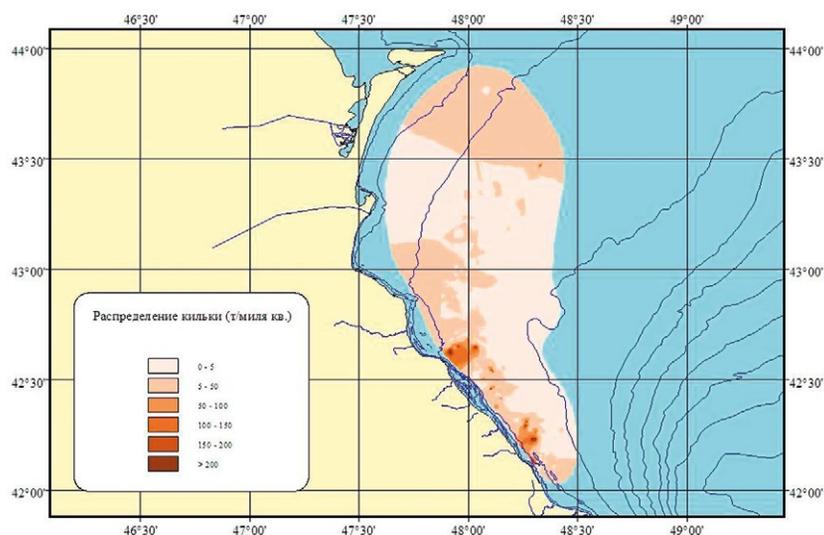
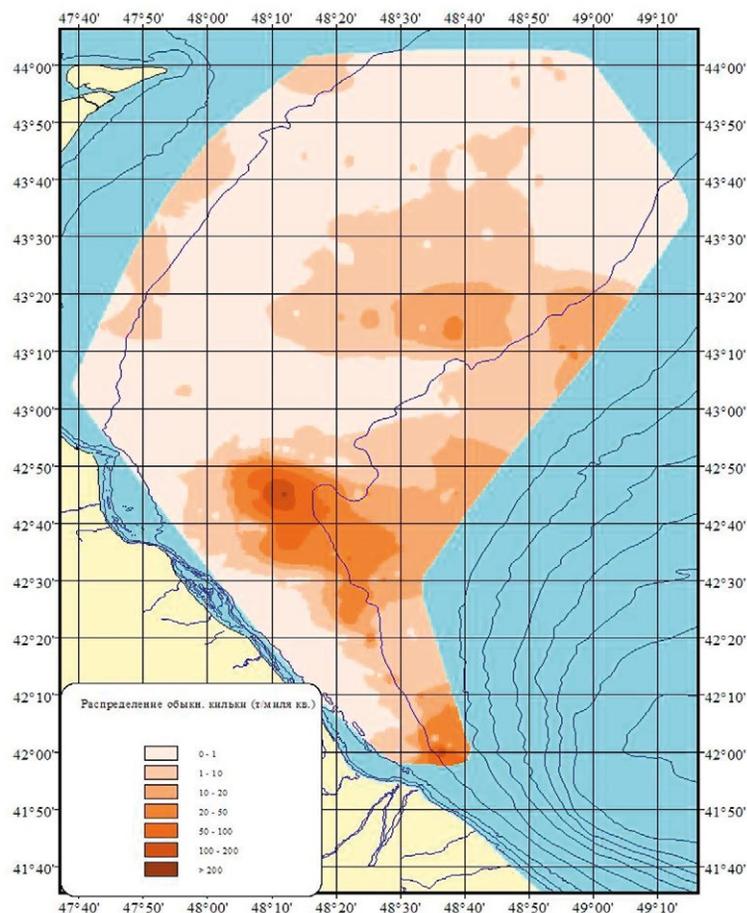
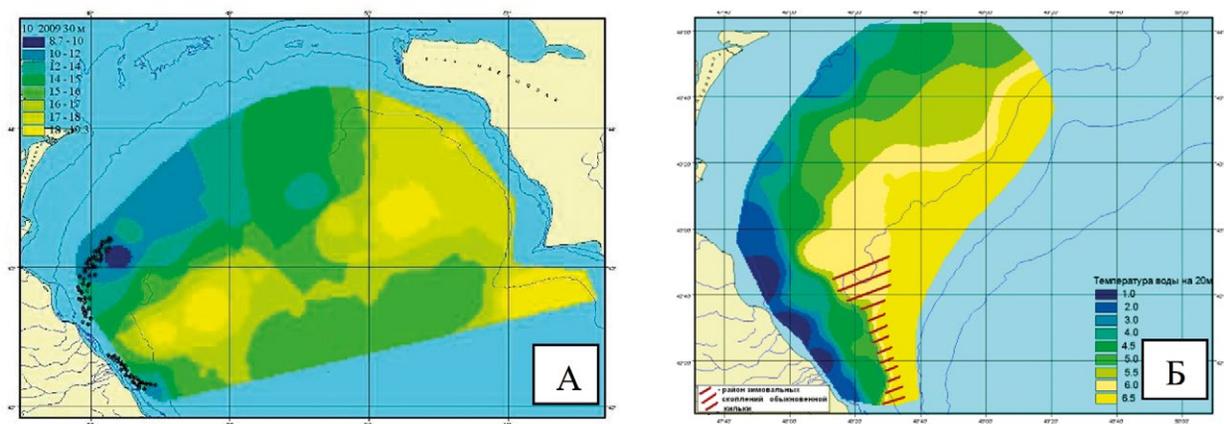


Рис. 3. Распределение скоплений обыкновенной кильки в осенний период 2009–2012 гг.

Fig. 3. Distribution of clusters of common sprat in the autumn period 2009–2012



**Рис. 4.** Распределение скоплений обыкновенной кильки в зимне-весенний период 2011–2012 гг.  
**Fig. 4.** Distribution of clusters of common sprat in the winter-spring period 2011–2012



**Рис. 5.** Температура воды в слое 20–30 м на шельфе Дагестана в осенний период (А) и зимне-весенний период (Б)  
**Fig. 5.** The water temperature in the 20–30 m layer on the shelf of Dagestan in the autumn period (A) and winter-spring period (B)

Поисковые работы проводились на основе анализа гидроакустических и гидрологических исследований. В разные сезоны были определены акватории локализации промысловых концентраций обыкновенной кильки. Детальный поиск концентраций

выполнялся короткими галсами в районе Дербент-Избербаш-Махачкала. В осенний период поиск осуществлялся вдоль 30–40-метровых изобат, где скопления обыкновенной кильки распределялись в дневное время в слое 17–32 м, в ночное время – в слое

24–36 м; в зимне-весенний период – над глубинами 50–65 м.

Осенью в светлое время суток на эхограммах скопления обыкновенной кильки имели характерный рисунок в виде частой грунтовой и оторванной от грунта «штриховой дорожки», с высотой отдельных «штрихов» до 15 м и плотностью до  $6000 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ . В тёмное время суток эхозаписи представляли собой плотные «россыпи» на грунте, с вертикальным развитием до 8 м и уплотнением на отдельных участках до  $10000 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ . Анализ данных, полученных в результате детального поиска локализации высоких концентраций, показал, что промысловые скопления, имеющие плотность от 1500 до  $10000 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ , распределялись на акватории около 240 миль<sup>2</sup>, над глубинами 28–35 м, в придонном слое моря (рис. 6).

В зимне-весенний период 2011 г. над глубинами более 50 м ночные эхограммы носили похожий характер, дневные были более «прижаты» к грунту и имели вертикальное развитие до 6 м.

Для проведения контрольных ловов, с целью получения максимальных уловов обыкновенной кильки выбирался полигон траления длиной не менее 4 миль с равномерным характером эхозаписей высокой плотности (более  $1000 \text{ m}^2/\text{nm}^2$ ).

В работе использовались экспериментальный сетной разноглубинный трал 24,4-метровый и канатный разноглубинный 30-метровый трал, применяющийся на промысле азово-черноморской тюльки. Контрольные траления проводились как в светлое, так и в тёмное время суток. Для достоверной идентификации результатов была выбрана постоянная длительность траления – 1 час. Вертикальное раскрытие тралов

разной конструкции варьировало от 6 до 13 м, скорость траления – от 2,7 до 4,7 узлов.

Первое результативное траление выполнено в ноябре 2009 г. на траверзе г. Махачкала по глубинам 50–55 м. Впервые за многолетнюю историю исследований за час траления удалось поймать 1,5 т кильки. Облавливали скопление обыкновенной кильки, распределявшееся в придонном горизонте и на грунте.

В дальнейших работах при выполнении ночных тралений облавливались скопления обыкновенной кильки, распределявшиеся, в придонном слое моря, с проводкой трала на 0,5–1,5 м выше грунта. Анализ ночных ловов разноглубинным тралом позволил определить предварительные параметры тралений и плотности скоплений, достаточные для получения промысловых уловов обыкновенной кильки. Лучшие результаты были получены при скорости траления 2,8–3,3 узла. При облове скоплений с плотностью чуть более  $1000 \text{ m}^2/\text{nm}^2$  улов достигал 1,5 т за траление.

В зимне-весенний период для облова распадающихся зимовальных скоплений обыкновенной кильки над глубинами 45–65 м применялся канатный разноглубинный 30-метровый трал. Все траления выполнялись в придонных горизонтах, на расстоянии 0,5 м от грунта и по грунту. Скорость траления варьировала от 2,7 до 4,5 узлов, вертикальное раскрытие трала – от 7 до 13 м. Траления выполнялись в светлое и тёмное время суток. В связи с тем, что в зимовальный период килька малоподвижна и слабо реагирует на внешние раздражители, положительных результатов удалось добиться при низких скоростях траления даже в светлое время суток. Оптимальная скорость траления при

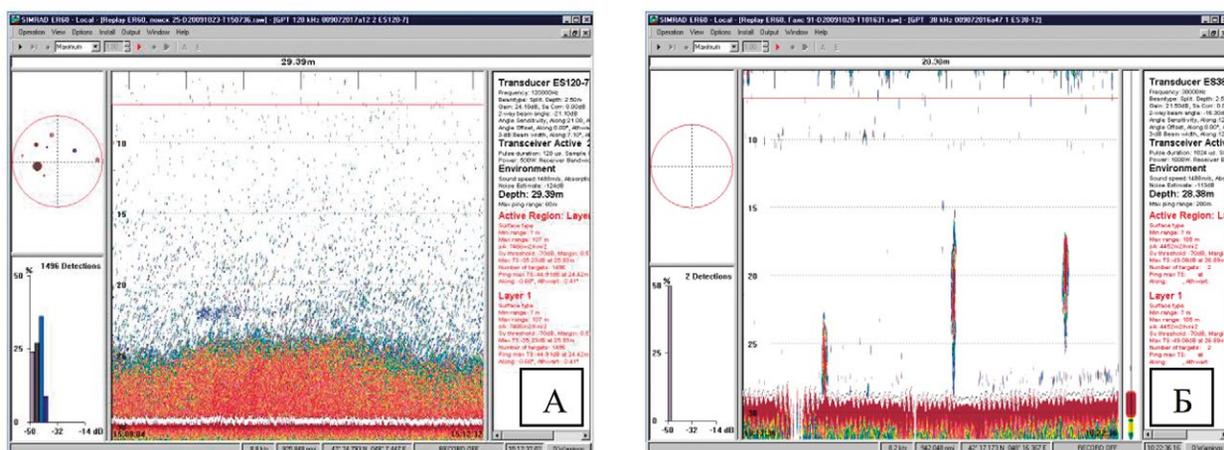


Рис. 6. Ночные (А) и дневные (Б) эхозаписи скоплений обыкновенной кильки в районе Дербент – Избербаш над глубинами 28–35 м

Fig. 6. Night (A) and day (B) echo recordings of clusters of common sprat

облове зимовальных скоплений обыкновенной кильки определена в 3,0–3,2 узла, что вполне применимо при использовании малых рыболовных судов.

При выполнении дневных тралений на зимовальном скоплении кильки на глубинах 50–65 м в придонном горизонте на расстоянии менее 0,5 м от грунта, улов также достигал 1500 кг за час траления.

На заключительном этапе исследований, в ноябре-декабре 2012 г. был проведён промышленный эксперимент по облову промысловых концентраций обыкновенной кильки разноглубинным канатным 30-метровым тралом (рис. 7).

Район работ был определён на основании предварительно выполненных гидроакустических и гидрологических исследований.

Анализ результатов гидрологических исследований, показал, что в период проведения исследований на акватории района наблюдался изотермический режим с полным отсутствием чётко выраженных фронтальных зон, что исключало образование плотных концентраций кильки на глубине менее 40 м, вся масса рыбы была равномерно распределена на достаточно большой акватории.

Были обнаружены подходы скоплений на глубины 42–48 м в придонном слое. Эхометрические наблюдения показали на грунте «кочки» и «столбики» средней плотности, что указывало на промысловый характер скоплений кильки.

В целом на исследованной акватории наблюдались плотности скоплений обыкновенной кильки от нескольких сотен до 4000 м<sup>2</sup>/нми<sup>2</sup>. Плотность биомассы килек в разных районах полигона колебалась от 0,01 до 97 т/миля<sup>2</sup>. Максимальные концентрации кильки (от 70 до 97 т/миля<sup>2</sup>) формировались в районе Избербаш, над глубинами 43–46 м (рис. 8).

Ежедневно, до начала траловых работ, в течение 1,5–2 часов выполнялся оперативный поиск для выявления полигона с наиболее высокими концентрациями, после чего в светлое время суток выполнялись 3 траления. Всего на концентрациях в районе Избербаша, на глубинах 43–46 м выполнено 14 тралений.

Проведённый промышленный эксперимент показал, что промысловые концентрации средней плотности формируются в локальных районах. Уловы кильки за час траления разноглубинного 30-метрового трала даже при облове скоплений средней плотности достаточно стабильны, достигают 1,2 т и более.

Наблюдения за распределением скоплений показали постоянные подходы свежих косяков кильки с востока в исследованный район с осени до весны, и частичный их отход на юг. Таким образом, на этой акватории с октября по март происходит накопление

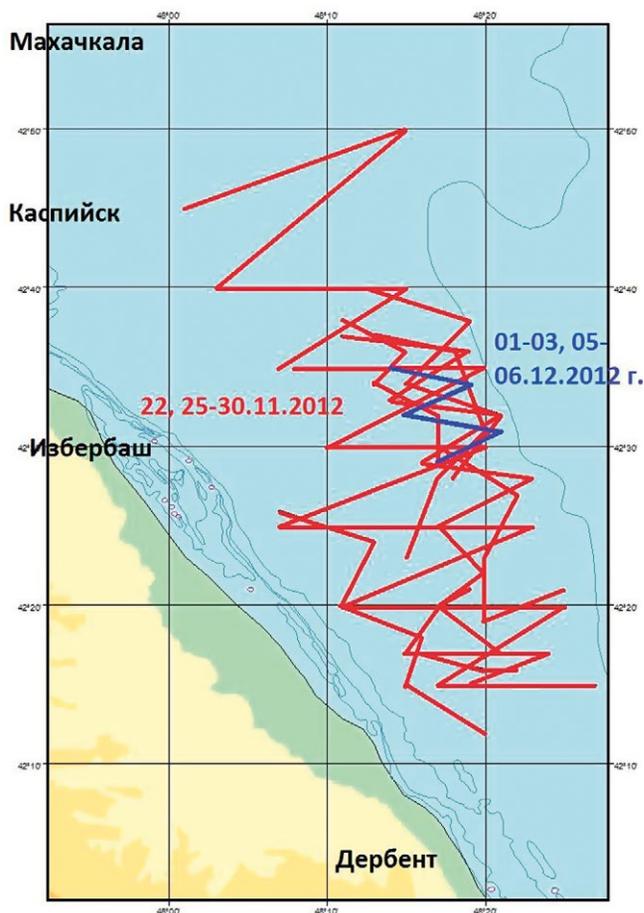


Рис. 7. Схема проведения научно-промышленного экспериментального лова кильки разноглубинным тралом в ноябре-декабре 2012 г.

Fig. 7. Scheme of scientific and industrial experimental catch multi-depth trawl of sprat with a multi-depth trawl in November-December 2012

промысловых концентраций обыкновенной кильки и постоянное их обновление. Ежемесячно в районе накапливалась биомасса от 25 до 36 тыс. т, а в промысловых концентрациях — от 5 до 6 тыс. т, что позволяет в течение 6 месяцев (с октября по март) добывать до 30 тыс. т кильки и более.

За весь период исследований с 2009 по 2012 гг. в видовом составе траловых уловов осенью преобладала обыкновенная килька (от 88 до 100% от улова). Прилов других видов рыб не превышал 12% и был представлен, в основном, атериной и единичными особями морских сельдей. Зимой в видовом составе уловов обыкновенной кильки прилов других видов рыб не отмечен. Осетровые виды рыб в прилове отсутствовали во все сезоны.

Сравнительный анализ биологических параметров кильки в уловах трала за период исследований 2009–2012 гг. показал, что по мере продвижения на юг, в сторону Дербента, размерно-весовые характе-

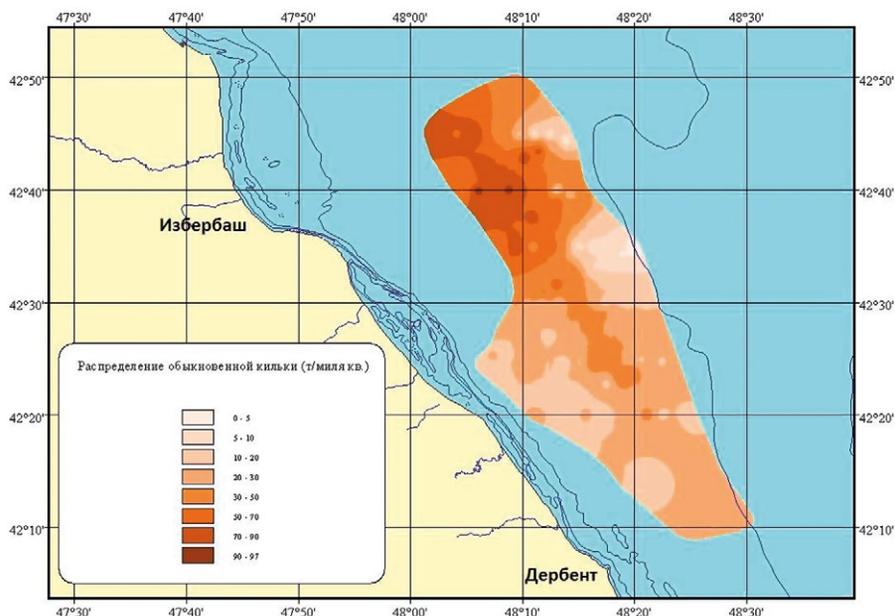


Рис. 8. Распределение скоплений обыкновенной кильки в ноябре-декабре 2012 г.

Fig. 8. Distribution of clusters of common sprat in November-December 2012

ристики взрослых особей возрастают. Размеры рыб достигают 12,0 см, масса – 15 г. Средняя длина рыб варьировала от 7,7 до 9,0 см, средняя масса – от 4,1 до 7,1 г. Уловы были представлены в основном взрослыми особями. Доля молоди в уловах в районе от г. Махачкала до г. Избербаш варьировала от 2 до 4%. Южнее траверза Избербаша молодь обыкновенной кильки не встречалась. В целом, качественный состав уловов кильки, полученных при проведении траловых работ в период с 2009 по 2012 гг. на шельфе Дагестана в Среднем Каспии, соответствовал технологическим требованиям рыбной промышленности.

Таким образом, анализ данных, полученных при выполнении тралово-поисковых работ в 2008–2012 гг., позволил сделать следующие выводы:

- в течение 6–7 месяцев в северо-западной части Среднего Каспия южнее траверза Махачкалы, над глубинами от 30 до 70 м (в зависимости от сезона), на акватории площадью от 300 до 450 миль<sup>2</sup> концентрируются промысловые скопления обыкновенной кильки плотностью от 20 до 220 т/миля<sup>2</sup>;

- в осенний период концентрации сохраняются над глубинами 28–39 м, в зимний период косяки обыкновенной кильки отходят на глубины около 50–70 м, где образуют более плотные скопления в придонном слое моря;

- биомасса обыкновенной кильки в этом районе составляет в разные сезоны от 25 до 36 тыс. т, в промысловых концентрациях ежемесячно накапливается от 5 до 6 тыс. т;

- качественные показатели кильки в траловых уловах имеют высокие значения и удовлетворяют требованиям промысла;

- при облове скоплений в зимний период на глубинах более 50 м траления эффективны как в дневное, так и в ночное время. В осенний период в мелководной части моря, над глубинами менее 40 м, целесообразно выполнять траления разноглубинным тралом в тёмное время суток;

- одно судно класса сейнер (ПТР, РС-300, МРТК, СЧС и т. п.), вооружённое разноглубинным 30-метровым тралом, способно ловить за час 1–1,5 т обыкновенной кильки;

- площадь акватории, где распределяются промысловые скопления, позволяет размещать до 15–20 единиц промыслового флота.

Рекомендации по организации морского промысла в российской части Среднего Каспия были направлены в Центральный аппарат Росрыболовства, а также всем заинтересованным рыбодобывающим организациям. В правила рыболовства для Волжско-Каспийского бассейна внесены изменения, разрешающие промысел обыкновенной кильки разноглубинным тралом с сентября по март в северо-западной части Среднего Каспия над глубинами от 30 до 100 м, в районе, оговоренном линиями, соединяющими точки с координатами.

В перспективе организация морского промысла обыкновенной кильки в российской части Среднего Каспия, будет способствовать созданию устойчивого

производства рыбопромысловых и рыбоперерабатывающих предприятий отрасли в регионе.

Желание начать новый промысел появилось, прежде всего, у рыбаков азово-черноморского бассейна. В течение нескольких лет ими озвучивались намерения направить рыболовные суда на Каспий, но флот был задействован на промысле хамсы в Чёрном море. Сроки добычи хамсы совпадали со сроками тралового лова кильки на Каспии. Никто не решался уйти с налаженного, приносящего стабильный доход промысла, и начать новый, ещё не проверенный рыбодобытчиками. Период намерений затянулся на 7 лет.

Объективные предпосылки для начала организации каспийского килечного промысла возникли к 2018 г. Численность и биомасса популяций черноморской и азовской хамсы существенно сократилась. Освоение рекомендованного объёма добычи снизилось до уровня около 30%. Улучшения ситуации в ближайшие годы не предвиделось. Эксплуатация большого количества судов на промысле хамсы и азово-черноморской тюльки стала малоэффективной. Рыбодобывающими организациями Краснодарского края летом 2019 г. было принято решение направить несколько сейнеров на Каспий. В сентябре пришли 3 судна. Первый результативный промышленный траловый лов обыкновенной кильки был осуществлён на ПТР «Арктур» 23 сентября 2019 г. Суточный вылов составил 20 т. Рыбопромышленники убедились в том, что предложенный учёными КаспНИРХ новый вид промысла может быть эффектив-

ным. Таким образом, было положено начало организации тралового килечного промысла в Каспийском море.

К концу 2019 г. уже 5 рыболовных судов добывали кильку. Флот базировался в Махачкалинском рыбном порту.

Объём вылова за первую путину (до конца 2019 г.) составил 2,25 тыс. т. Средний суточный вылов одного судна варьировал от 16 до 30 т.

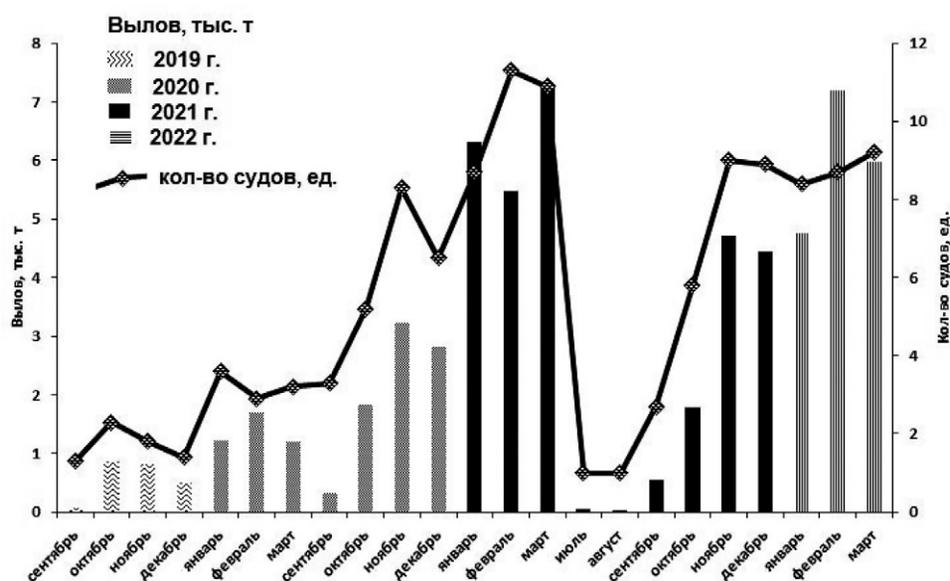
В начале 2020 г. (январь-март) количество судов выросло до 7 единиц. Вылов за три месяца составил 4,2 тыс. т. Средние суточные уловы были чуть ниже ноябрьских и достигали 25 т.

В осенне-зимний период 2020 г. количество рыболовных судов за три месяца постепенно выросло с 7 до 19 единиц.

Объём вылова за осенне-зимнюю путину 2020 г. (октябрь-декабрь) составил 9 тыс. т. В целом, за 2020 г. добыли 12,97 тыс. т., что в 10 раз превышало средние годовые выловы кильки на Каспии в предшествующее десятилетие.

На промысле в зимне-весеннюю путину 2021 г. (январь-март) работало уже 20 единиц рыбодобывающего флота. Вылов за этот период достиг 19 тыс. т. В конце года с октября по декабрь было добыто 11,5 тыс. т. Объём годового вылова кильки в 2021 г. достиг 30,6 тыс. т.

К январю 2022 г. количество судов увеличилось до 23 единиц. С начала года по март было добыто 18,0 тыс. т (рис. 9).



**Рис. 9.** Интенсивность промысла килек разноглубинными тралами  
**Fig. 9.** Intensity of sprat fishing by multi-depth trawls

С точки зрения оценки эффективности освоения рекомендованного вылова килек несомненный интерес представляет анализ рыбопромысловых характеристик судового промысла в целом за год, таких как: общий улов всеми судами; количество отработанных судово-суток; средний улов на судово-сутки; количество рабочих дней; среднее количество судов, задействованных на промысле. Последний из показателей имеет важное значение, поскольку число судов, проводивших лов непосредственно в районах лова ограничено, так как часть флота занята переходами в порт для выгрузки улова, заправкой топлива, провизии и т. д. Результат сравнительного анализа показал, что в 2021 г. с увеличением рыболовного флота (в среднем до 8 ед. на лову) резко возростала производительность тралового промысла, несмотря на меньшее количество отработанных дней по сравнению с 2020 г. (табл. 1).

Средние суточные уловы рыболовных судов на траловом килечном промысле значительно разнятся. Более скромные успехи у судов типа ПТР-50, во-

оружённых 30-метровыми разноглубинными тралами, вертикальное раскрытие которых не превышает 16 м. В отдельных случаях за сутки таким судном добывается до 25 т кильки, но чаще всего этот показатель остаётся на уровне 15–18 т. Хорошо себя зарекомендовали балтийские траулеры типа МРТК. Довольно часто за сутки такое судно вылавливает до 40 т кильки, примерно на таком же уровне работает и СРТМк. Самым эффективным на протяжении трёх лет остаётся рыболовное судно «Олгарри», оснащённое разноглубинным тралом с вертикальным раскрытием до 40 м. В отдельные месяцы за сутки им добывалось до 100 т кильки. Кроме того, такой трал позволяет эффективно облавливать скопления на больших глубинах.

Дальнейшее увеличение количества судов в рекомендованном районе на килечном промысле представляется нецелесообразным. Как было сказано выше, ежемесячно здесь в промысловых скоплениях накапливается биомасса от 5 до 6 тыс. т. За 6 месяцев (январь-март, октябрь-декабрь), мак-

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика тралового промысла кильки  
**Table 1.** Comparative characteristics of the sprat trawl fishery

Месяцы	2019 г.				2020 г.				2021 г.				2022 г.			
	улов, т	к-во судово-суток	улов на судово-сутки	к-во рабочих дней	улов, т	к-во судово-суток	улов на судово-сутки	к-во рабочих дней	улов, т	к-во судово-суток	улов на судово-сутки	к-во рабочих дней	улов, т	к-во судово-суток	улов на судово-сутки	к-во рабочих дней
январь	-	-	-	-	1225	90	13,6	25	6302	218	28,9	25	4749,1	211	22,5	25
февраль	-	-	-	-	1697	70	24,2	24	5468	306	17,9	27	7194,1	236	30,5	27
март	-	-	-	-	1258	73	17,2	23	7315	307	23,8	28	5973,3	239	25,0	26
апрель	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
май	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
июнь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
июль	-	-	-	-	248	37	6,7	20	52,3	7	7,5	7	-	-	-	-
август	14,2	7	2,0	5	307	60	4,6	22	18,0	2	9,0	2	147,6	14	10,5	12
сентябрь	73,2	8	9,2	6	326	69	4,7	22	550,6	60	9,2	22	598,6	62	9,6	23
октябрь	866	60	14,4	26	1828	104	17,6	20	1782,2	104	17,1	18	-	-	-	-
ноябрь	806	28	28,8	16	3230	182	17,7	22	4708,6	225	20,9	25	-	-	-	-
декабрь	492	17	28,9	12	2829	151	18,7	23	4430,2	216	20,5	26	-	-	-	-
<b>Всего</b>	<b>2251,4</b>	<b>120</b>	<b>18,8</b>	<b>65</b>	<b>12969</b>	<b>836</b>	<b>15,5</b>	<b>201</b>	<b>30626,9</b>	<b>1444</b>	<b>21,2</b>	<b>180</b>	<b>18662,7</b>	<b>762</b>	<b>24,5</b>	<b>113</b>
<b>Промысловый сезон (август-март)</b>																
<b>Годы</b>	<b>Улов, т</b>				<b>Количество судово-суток</b>				<b>Улов на судово-сутки</b>				<b>Количество рабочих дней</b>			
<b>2019–2020 гг.</b>	<b>6452,4</b>				<b>353</b>				<b>18,3</b>				<b>137</b>			
<b>2020–2021 гг.</b>	<b>27853,0</b>				<b>1434</b>				<b>19,4</b>				<b>209</b>			
<b>2021–2022 гг.</b>	<b>29458,4</b>				<b>1300</b>				<b>22,7</b>				<b>178</b>			

симальный объём добычи может составить 30 тыс. т или чуть больше, иными словами эта величина ограничена. Избыточное количество рыболовных судов может привести к снижению их суточных уловов. Скорее требуется обновление флота, нужны суда, вооружённые разноглубинными тралами с большим вертикальным раскрытием. Целесообразно наличие рыбоморозильных установок и трюмов, что позволит значительно дольше оставаться на промысле, реже заходить в порт и лучше сохранять рыбную продукцию.

1. Результаты гидроакустических исследований свидетельствуют о высоких концентрациях килек в глубоководной части моря до 800 м изобаты. Уже осенью 2022 г. планируется проведение траловой съёмки разноглубинным тралом в глубоководных районах моря на промысловых концентрациях каспийских килек, что позволит значительно расширить географию промысловых районов. По предварительной оценке, подобное расширение границ районов промысла позволит увеличить количество рыболовного флота ещё на 10 единиц с прогнозной величиной дополнительного вылова в пределах 20–25 тыс. т.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, стоит сказать, что благодаря исследованиям учёных КаспНИРХ, выполненных в 2009–2012 гг., обоснован новый вид промысла разноглубинными тралами в Каспийском море, для организации которого были разработаны следующие рекомендации:

- район промысла – акватория северо-западной части Среднего Каспия с глубинами от 30 до 100 м;
- сроки промысла – наиболее эффективный лов возможно осуществлять с сентября по март;
- промысловые скопления обыкновенной кильки, формирующиеся в рекомендованном районе, позволяют в течение года добывать около 30 тыс. т;
- для освоения такого объёма вылова на промысле должны быть задействованы до 20 малых рыболовных судов класса сейнер.

Правильность сделанных выводов убедительно доказана на практике, чему подтверждение – успешное развитие этого промысла в последние 3 года.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Исследование проводилось в соответствии с Государственной работой Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

## ЛИТЕРАТУРА

- Веремеенко О.В.* 2009. Поверхностный химический сток в Каспийском море с территории Российской Федерации // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений. Мат. 2-й Межд. науч.-практ. конф. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 26–30.
- Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР.* 1986. Т. 2, вып. 1–3. Каспийское море. / ред. Ф.С. Терзиев. Л.: Гидрометеоздат. С. 69–77.
- Канатьев С.В.* 2011. К вопросу освоения резервов морского промысла на примере обыкновенной кильки в российской части Среднего Каспия // Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов. Матер. докл. I Всерос. конф. с межд. участием 16–17 сент. 2011 г., Борок, Россия в 2 т. ИБВВ РАН. М.: Изд. АКВАРОС. Т. 1. С. 309–315.
- Канатьев С.В. Асейнова А.А.* 2014. Современное состояние популяции обыкновенной кильки *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) и перспективы её промыслового использования в Каспийском море // Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Мат. докл. II Всерос. конф. с межд. участием 6–9 ноября 2014 г., Борок, Россия в 2 т. М.: Полиграф-плюс. Т. 1. С. 232–236.
- Катунин Д.Н. Голубов Б.Н., Кашин Д.В.* 2002. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 41–55.
- Кушнарченко А.И.* 2006. Совершенствование методики оценки запасов анчоусовидной кильки // Мат. Межд. конф. «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне». Астрахань: Изд. КаспНИРХ. С. 180–186.
- Сокольский А.Ф., Камакин А.М.* 2004. Распространение гребневика мнемииописа в Каспийском море в 2003 г. и его воздействие на окружающую среду // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 год. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. С. 183–198.
- Юданов К.И. Калихман И.Л., Теслер В.Д.* 1984. Руководство по проведению гидроакустических съёмок. М.: ВНИРО. 124 с.

## REFERENCES

- Veremeenko O.V.* 2009. Surface chemical runoff in the Caspian Sea from the territory of the Russian Federation // Problems of preserving the ecosystem of the Caspian Sea in the conditions of oil and gas fields development. Materials of the 2nd Intern. Scient. and practical conf. Astrakhan: CaspNIRKh Publish. P. 26–30. (In Russ.).
- Hydro-meteorological conditions of the shelf zone of the seas of the USSR.* 1986. V. 2, iss. 1–3. Caspian Sea. / F.S. Terziev ed. Leningrad: Hydrometeoizdat. P. 69–77 (In Russ.).

- Kanatyev S.V.* 2011. On the issue of the development of marine fishing reserves on the example of common sprat in the Russian part of the Middle Caspian Sea // Current state of bioresources of inland waters. Rep. of the I All-Russ. Conf. with Intern. particip. 16–17 Sep. 2011, Borok, Russia in 2 v. IBIW of the RAS. Moscow: AQUAROS. V. 1. P. 309–315 (In Russ.).
- Kanatyev S.V., Aseinova A.A.* 2014. The current state of the population of the common sprat *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) and the prospects of its commercial use in the Caspian Sea // The current state of bioresources of inland waters. Rep. of the II All-Russ. Conf. with intern. participation November 6–9, 2014, Borok, Russia in 2 V. Moscow: Polygraph-plus. V. 1. P. 232–236 (In Russ.).
- Katunin D.N., Golubov B.N., Kashin D.V.* 2002. The impulse of hydro-volcanism in the Derbent basin of the Middle Caspian Sea as a possible factor in the large-scale death of anchovy and big-eyed sprats in the spring of 2001 // Fisheries research in the Caspian Sea: Research results for 2001. Astrakhan: CaspNIRKh Publish. P. 41–55 (In Russ.).
- Kushnarenko A.I.* 2006. The improvement of the methodology for assessing anchovy sprat stocks // Materials Intern. Conf. «Current state and ways of improving scientific research in the Caspian Basin». Astrakhan: CaspNIRKh Publish. P. 180–186. (In Russ.).
- Sokolskii A.F., Kamakin A.M.* 2004. Distribution of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in 2003 and its impact on the environment // Fisheries research in the Caspian Sea: Research results for 2003. Astrakhan: CaspNIRKh Publish. P. 183–198. (In Russ.).
- Yudanov K.I., Kalikhman I.L., Tesler V.D.* 1984. Guide to conducting sonar surveys. Moscow: VNIRO Publish. 124 p. (In Russ.).

*Поступила в редакцию 26.10.2022 г.  
Принята после рецензии 30.11.2022 г.*



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Анализ современной динамики запасов и промысла палтусов в северо-западной части Берингова моря

А.О. Золотов<sup>1</sup>, О.А. Мазникова<sup>2</sup>, А.Ю. Дубинина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток, 690091

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187  
E-mail: alk-90@yandex.ru

**Цель:** оценка тенденций в динамике запасов четырёх видов палтусов Берингова моря и характеристика особенностей их современного промысла в его западной части.

**Методы:** при подготовке статьи использована методика анализа специализированных промыслов морских рыб в Западно-Беринговоморской зоне (Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн) на основе данных судовых суточных донесений, привлечена информация из открытых источников и архивные материалы. Используются стандартные методы обработки и интерпретации данных.

**Новизна:** в статье представлен актуальный анализ структуры, интенсивности промысла и уровень прилова всех видов палтусов в Западно-Беринговоморской зоне.

**Результат:** проанализирована структура специализированного промысла палтусов в Западно-Беринговоморской зоне и уровень их прилова, выявлены тренды в динамике промысловых показателей и запасов, дана оценка интенсивности рыболовства палтусов, а также показана необходимость разработки рекомендаций по регулированию промысла палтусов Западно-Беринговоморской зоны в ближайшей перспективе.

**Практическая значимость:** полученные результаты будут использованы для разработки рекомендаций и мер регулирования промысла в целях сохранения и рационального использования ресурсов палтусов Западно-Беринговоморской зоны.

**Ключевые слова:** целевой промысел, специализированный промысел, прилов, палтусы, биомасса, запас, вылов, уловы на усилии.

## Analysis of modern dynamics of halibut stocks and fisheries in the northwestern part of the Bering Sea

Aleksander O. Zolotov<sup>1</sup>, Olga A. Maznikova<sup>2</sup>, Anna Yu. Dubinina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pacific branch of «VNIRO» («TINRO»), 4, per. Shevchenko, Vladivostok, 690091, Russia

<sup>2</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okružnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**The aim:** assessment of trends in the dynamics of the stocks of four species of halibut in the Bering Sea and characterization of the features of their modern fishery in its western part.

**The methods:** in preparing the article, the method of analyzing specialized fisheries for marine fish in the West Bering Sea zone (Far Eastern fishery basin) was used based on daily ship reports, information from open sources and archival materials were used. Standard methods of data processing and interpretation were used.

**The novelty:** the article presents the actual analysis of the structure, intensity of fishing and the level of by-catch of all halibut species in the West Bering Sea zone.

**Results:** an analysis of the structure of the specialized halibut fishery in the West Bering Sea zone and the level of their by-catch is presented, trends in the dynamics of fishery indicators and stocks are identified, an assessment is made of the intensity of halibut fishing, and the need to develop recommendations for regulating the halibut fishery in the West Bering Sea zone in the short term is shown.

**The practical significance:** the results presented in the article will be used to develop recommendations and measures to regulate fishing in order to conserve and rationally use halibut resources in the West Bering Sea zone.

**Keywords:** target fishery, specialized fishery, by-catch, halibut, biomass, stock, catch, CPUE.

### ВВЕДЕНИЕ

Палтусы являются традиционным объектом промышленного и рекреационного рыболовства. В Северной Пацифике к этой группе видов относятся четыре представителя семейства Камбаловых: тихоокеанский белокорый палтус – *Hippoglossus*

*stenolepis* (Schmidt, 1903), тихоокеанский чёрный (синекорый) палтус – *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Jordan et Snyder, 1901), азиатский – *Atheresthes evermanni* (Jordan et Starks, 1904) и американский стрелозубые палтусы – *A. stomias* (Jordan et Gilbert, 1880).

На современном этапе основной вклад в уловы водных биологических ресурсов (ВБР) на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне обеспечивают пелагические рыбы (минтай, тихоокеанская сельдь, дальневосточная сардина, сайра и японская скумбрия) и тихоокеанские лососи, на долю которых в среднем приходится от 89 до 95% от суммарного годового вылова ВБР в целом. Однако среди морских донных рыб, являющихся традиционными объектами специализированного тралового, снюрреводного и ярусного лова, в 2010–2021 гг. палтусы занимали 7-е место по вкладу в годовые уловы, что, в метрическом выражении, составляло около 13,6 тыс. т в год.

Основной промысел палтусов в пределах исключительной экономической зоны (ИЭЗ) России на Дальнем Востоке протекает в Охотском море, где в последнее десятилетие вылавливали около 65% от их годового объема. Еще около 32% осваивали в Беринговом море, а остальное, в основном в качестве прилова, добывали на шельфе и материковом склоне Восточной Камчатки и Курильских островов. Приблизительно 67,6% от суммарного годового вылова обеспечивали запасы чёрного палтуса Охотского и Берингова морей, ещё 29,0% — приходилось на белокорого, а совокупный вклад стрелозубых палтусов не превышал 3,4%.

Во второй половине 2010-х гг. отчётливо проявилась тенденция к общему снижению годовых уловов палтусов. Так если в 2011–2016 гг. в среднем в год добывали около 15,6 тыс. т, то в 2020 г. этот показатель сократился до 10,7 тыс. т, а в 2021 — до 7,5 тыс. т, что приблизительно в половину меньше среднемноголетней величины. Одной из причин такого резкого снижения производительности промысла могло явиться сокращение запасов чёрного палтуса Охотского моря, на которое некоторые исследователи уже обращали внимание ранее [Кулик и др., 2020, 2022].

В одной из предыдущих публикаций был предложен способ обработки данных судовых суточных донесений (ССД) с целью выделения и анализа специализированных промыслов морских рыб западной части Берингова моря [Золотов, 2021]. В развитии данного направления в настоящей работе указанная методика использована применительно к целевому вылову палтусов Западно-Берингоморской зоны в 2010–2021 гг.

Целью исследований были оценка тенденций в динамике запасов четырёх видов палтусов Берингова моря и характеристика особенностей их современного промысла в его западной части. Для достижения поставленной цели предполагалось выполнить анализ структуры специализированного вылова палтусов в Западно-Берингоморской зоне и уровня их

прилова; выявить тренды в динамике промысловых показателей; оценить интенсивность рыболовства палтусов и необходимость разработки рекомендаций по регулированию промысла палтусов Западно-Берингоморской зоны в ближайшей перспективе.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Методика анализа специализированных промыслов морских рыб в Западно-Берингоморской зоне (61.01) на основе данных судовых суточных донесений (ССД) уже была опубликована ранее [Золотов, 2021]. Информация по ежесуточным уловам ВБР получена из Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов Росрыболовства (ОСМ) (ранее: информационная система «Рыболовство»; Отраслевая система «Мониторинг»). Анализ структуры специализированных промыслов и построение осреднённых схем пространственного распределения осуществляли на основе данных, содержащихся в судовых суточных донесениях (ССД) за период 2010–2021 гг. В целом, за указанный период всего было проанализировано более чем 132 тыс. ССД. Данные об общем вылове палтусов в Западно-Берингоморской зоне до 2003 г. заимствованы из монографии П.А. Балыкина [2006], а в период с 2004 по 2009 г. — получены из ОСМ.

Построение схем распределения уловов ВБР выполняли с использованием ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2007], в соответствии с методикой, использовавшейся ранее [Золотов, 2011; Золотов и др., 2018].

Для оценки биомассы и характера пространственного распределения палтусов по данным научно-исследовательских работ использованы материалы донных траловых съёмок Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) (до 2019 г. — «ТИНРО-Центр») с 2001 по 2021 гг., которые были дополнены результатами исследований, опубликованными ранее [Датский, Андронов, 2007]. Сбор материалов в период съёмок осуществлялся по стандартным ихтиологическим методикам [Борец, 1997, Атлас..., 2006]. Оценку биомассы выполняли с помощью ГИС «КартМастер» [Бизиков и др., 2007], учитывая сложный рельеф дна, использовали метод полигонов Вороного.

Ретроспективные оценки нерестовой биомассы палтусов и годовых уловов в восточной части Берингова моря и у тихоокеанского побережья США приводятся по информации, ежегодно публикуемой в обоснованиях допустимого изъятия этих видов в американской части ареала, которые далее по тексту, для простоты, иногда именуются: «открытые источники»,

«открытые данные» [Bryan et al., 2020 a, b, 2021 a, b<sup>1</sup>; International Pacific ..., 2022 a, b<sup>2</sup>; Shotwell et al., 2020, 2021 a, b<sup>3</sup>].

В рамках настоящего исследования термины «специализированный» и «целевой» промысел использованы в качестве синонимов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Многолетняя динамика запаса и промысла.* Перед анализом промысла необходимо коротко охарактеризовать тенденции в многолетней динамике запасов палтусов Берингова моря. Несмотря на то, что собственное воспроизводство белокорого, черного и стрелозубых палтусов в северо-западной и западной частях моря не ставилось под сомнение [Новиков, 1974; Дьяков, 1991], высказывалось предположение, о том, что их группировки не являются независимыми, и их пополнение может быть обусловлено за счёт притока молоди из юго-восточной части Берингова моря [Шунтов, 1970, 1971; Новиков, 1974; Фадеев, 1987].

<sup>1</sup> Bryan M.D., Shotwell K., Zador S., Ianelli J. Assessment of the Kamchatka Flounder stock in the Bering Sea and Aleutian Islands. 2020a. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-kamchatka-flounder-stock-bering-sea-and-aleutian-islands> 15.08.2022. Bryan M.D., Barbeaux S.J., Ianelli J., Zador S., Hoff J. Assessment of the Greenland turbot stock in the Bering Sea and Aleutian Islands. 2020b. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2020-assessment-greenland-turbot-stock-bering-sea-and-aleutian-islands> 15.08.2022. Bryan M.D., Shotwell K., Zador S., Ianelli J. Assessment of the Kamchatka Flounder stock in the Bering Sea and Aleutian Islands. 2021a. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-kamchatka-flounder-stock-bering-sea-and-aleutian-islands> 15.08.2022. Bryan M.D., Barbeaux S.J., Ianelli J., Zador S., Haehn R., Hoff J. Assessment of the Greenland turbot stock in the Bering Sea and Aleutian Islands. 2021b. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-greenland-turbot-stock-bering-sea-and-aleutian-islands> 15.08.2022.

<sup>2</sup> International Pacific Halibut Commission. Time Series Datasets. 2022 a. <https://www.iphc.int/data/time-series-datasets> 15.08.2022. International Pacific Halibut Commission. Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*): Stock Status and Biology. 2022 b. <https://www.iphc.int/management/science-and-research/pacific-halibut-stock-status-and-biology> 15.08.2022.

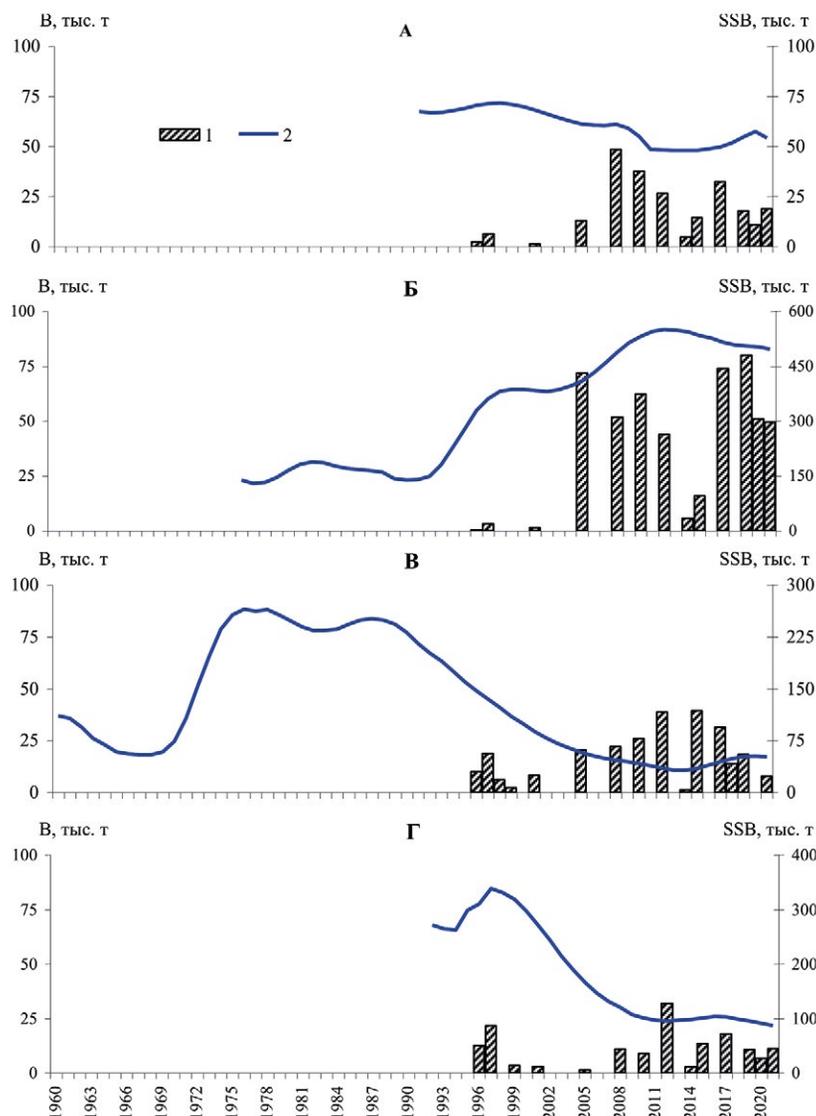
<sup>3</sup> Shotwell S.K., Spies I., Britt L., Bryan M., Hanselman D.H., Nichol D.G., Hoff J., Palsson W., Wilderbuer T.K., Zador S. Assessment of the Arrowtooth Flounder stock in the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands. 2020. <https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2020/BSAatf.pdf> 15.08.2022. Shotwell S.K., Spies I., Britt L., Bryan M., Hanselman D.H., Nichol D.G., Hoff J., Palsson W., Siwicke K., Sullivan J., Wilderbuer T.K., Zador S. Assessment of the Arrowtooth Flounder stock in the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands. 2021 a. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-arrowtooth-flounder-stock-eastern-bering-sea-and-aleutian-islands> 15.08.2022. Shotwell S.K., Spies I., Ianelli J.N., Aydin K., Hanselman D.H., Palsson W., Siwicke K., Sullivan J., Yasumiishi E. Assessment of the Arrowtooth flounder stock in the Gulf of Alaska. 2021 b. <https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2021/GOAtf.pdf> 15.08.2022.

Исходя из данной гипотезы, для чёрного палтуса Берингова моря, например, было показано, что степень промысловой значимости его группировок постепенно убывает по мере удаления от наиболее благоприятных районов воспроизводства в юго-восточной части моря вдоль шельфа и материкового склона Олюторско-Наваринского района, к заливам Северо-Восточной Камчатки и далее — к тихоокеанскому побережью Камчатки и Курильской гряде [Золотов и др., 2018]. У всех перечисленных группировок многолетний характер динамики запасов был сходным: до начала 1970-х гг. наблюдался рост с выходом на пик в 1976–1980 гг. и последующим постепенным снижением вплоть до середины 2010-х гг.

Для наиболее продуктивного запаса чёрного палтуса, обитающего в восточной части Берингова моря и у Алеутских островов, наблюдалось увеличение нерестовой биомассы от 50–70 тыс. т в середине 1960-х гг. до 230–260 тыс. т — в 1974–1988 гг. (рис. 1), когда промысловое изъятие было максимальным [Alton et al., 1988]. В 1976 г. его нерестовый запас оценивался на уровне 265 тыс. т. После этого наступил длительный период снижения численности, который продолжается до настоящего времени. Хотя, по информации из открытых источников, в последнее десятилетие, после достижения локального минимума в 2012–2015 гг. до 32–35 тыс. т, намечилось некоторое увеличение нерестовой биомассы до 48–52 тыс. т.

Сходным образом складывалась ситуация и в западной части Берингова моря. Оценённый на основе справочных материалов [Макрофауна..., 2014] уровень общей биомассы чёрного палтуса в Анадырском заливе и Олюторско-Наваринском районе в 1997–1990 гг. в среднем составлял около 39 тыс. т, после чего резко снизился и к середине 1990-х гг. достиг 6 тыс. т [Золотов и др., 2018]. Последующий период реконструирован на основе донных траловых съёмок ТИНРО в 2001–2021 гг. (рис. 1).

Отличием от восточной части моря является то, что во второй половине 1990-х гг. намечилось некоторое увеличение общего запаса чёрного палтуса в Западно-Беринговоморской зоне. Во второй половине 2000-х его величина в среднем оценивалась на уровне 23 тыс. т, а к середине 2010-х вновь достигла 39 тыс. т, после чего наступил очередной период снижения. Таким образом, в целом для Берингова моря, уровень промысловых ресурсов чёрного палтуса на текущий момент можно охарактеризовать как низкий, без явных признаков к его росту в ближайшей перспективе в восточной части моря, и тенденциями к снижению запасов — в западной.



**Рис. 1.** Многолетняя динамика общей биомассы палтусов в Западно-Беринговоморской зоне (1) по данным донных траловых съёмок и нерестовой – в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутских островов (2) по информации из открытых источников: А – азиатский стрелозубый, Б – американский стрелозубый, В – чёрный, Г – белокорый

**Fig. 1.** Long-term dynamics of the total biomass of halibut in the West Bering Sea zone (1) according to the data of bottom trawl surveys and spawning – in the southeastern part of the Bering Sea and near the Aleutian Islands (2) according to information from open sources: А – Kamchatka Flounder, Б – Arrowtooth flounder, В – Greenland turbot, Г – Pacific halibut

Оценка ресурсов и управление промыслом белокорого палтуса у тихоокеанского побережья США и Канады осуществляется на основе решений Международной тихоокеанской палтусовой комиссии (International Pacific Halibut Commission – IPHC), исходя из базовых представлений о единстве его запасов на обширной акватории: от Калифорнии до Алеутских островов, включая всю восточную часть Берингова моря, вплоть до границы разделения ИЭЗ России и США. Хотя очевидно, что пассивное распространение развивающейся икры, личинок и активное – молоди белокорого палтуса [International Pacific...,

2022 с, d<sup>4</sup>] от основных нерестилищ, расположенных в зал. Аляска [Фадеев, 1987], этой условной линией разделения ИЭЗ в Беринговом море не ограничивается.

Мониторинг промысла и оценка состояния ресурсов белокорого палтуса в Северной Пацифике имеет

<sup>4</sup> International Pacific Halibut Commission. Larval distribution. 2022 с. <https://iphc.int/management/science-and-research/biological-and-ecosystem-science-research-program-bandesrp/bandesrp-migration/larval-distribution> 15.08.2022.

International Pacific Halibut Commission. Juvenile migration. 2022 d. <https://iphc.int/management/science-and-research/biological-and-ecosystem-science-research-program-bandesrp/bandesrp-migration/juvenile-migration> 15.08.2022.

давнюю историю и осуществляется с конца XIX века. В целом из открытых источников известно, что динамика его численности имеет долгопериодный характер и, начиная с 1890-х гг., наблюдалось два интервала её высокого уровня. Первый – с начала наблюдений примерно до 1910 г., когда нерестовая биомасса белокорого палтуса составляла от 250 до 350 тыс. т. Второй – в конце XX, когда её величина оценивалась на уровне от 350 до 500 тыс. т. Между этими периодами наблюдался длительный интервал, когда запасы белокорого палтуса у североамериканского континента оценивались как низкие.

Если сосредоточиться на современном этапе, то, согласно открытым данным, после очередного периода роста запасов белокорого палтуса в северо-восточной части Тихого океана, который завершился в 1997–1998 гг. (рис. 1 Г), когда уровень нерестовой биомассы достиг 340 тыс. т, наступил период длительного снижения численности. Приблизительно к началу 2010-х гг. уровень производителей сократился до 100 тыс. т и до текущего момента остаётся стабильно низким.

В Западно-Беринговоморской зоне по данным донных траловых съёмок максимальная оценка общей биомассы белокорого палтуса отмечена в 2012 г., когда было учтено около 32 тыс. т. Вообще, результаты съёмок, которые преимущественно проводятся в летне-осенний сезон, могут зависеть от охвата обширного участка шельфа в Анадырском заливе. Тем не менее, если попытаться охарактеризовать современные тренды в динамике запасов белокорого палтуса в этом районе (рис. 1 Г), то можно заключить, что в 2001–2021 гг. их величина флуктуировала около среднесноголетнего уровня – 11,2 тыс. т, без видимых резких изменений в сторону роста или снижения запаса. Заметные отклонения, как, например, в 2012 г., скорее могли объясняться межгодовыми различиями в схеме осуществления донных траловых съёмок, чем быть обусловлены особенностями биологии или промысла белокорого палтуса в этой части Берингова моря.

Таким образом, по данным научных наблюдений, запасы белокорого в Беринговом море в последние годы находились на стабильно низком уровне и выраженные тенденции к дальнейшему резкому снижению его промысловых ресурсов отчётливо не проявлялись.

Азиатский стрелозубый палтус наиболее распространён в Беринговом море [Новиков, 1974; Фадеев, 1987; Датский и др., 2014; Shotwell et al., 2020, 2021 а, б<sup>3</sup>]. До начала 2000-х гг. управление его промыслом у североамериканского континента осуществлялось совместно с американским стрелозубым

палтусом, однако, по мере постепенного повышения коммерческого интереса к данному виду, возник его специализированный лов, что повлекло необходимость более ответственного подхода к его регулированию.

С начала 2000-х гг. управление промыслом стрелозубых палтусов на шельфе и материковом склоне восточной части Берингова моря и у Алеутских островов осуществляется отдельно. В российской ИЭЗ оценка вылова стрелозубых палтусов до сих пор осуществляется без разделения по видам.

По информации из открытых источников, динамику нерестовой биомассы азиатского стрелозубого палтуса в американской части ареала можно проследить, начиная с 1991 г. (рис. 1 А). В целом состояние запаса можно охарактеризовать как стабильное, имеющее долговременный тренд на снижение. Максимум нерестовой биомассы отмечался в 1998 г. и составлял около 72 тыс. т, после чего, к середине 2015 г. произошло сокращение до 48 тыс. т. В последние несколько лет, напротив, обозначился некоторый рост и в 2019–2021 гг. биомасса производителей оценивалась на уровне 54–57 тыс. т.

Снижение ресурсов азиатского стрелозубого палтуса прослеживалось и в западной части Берингова моря (рис. 1 А), только в этом районе тенденция была более выражена. Так, по результатам донных траловых съёмок максимум общей биомассы в Западно-Беринговоморской зоне был отмечен в 2008 г., когда было учтено около 48 тыс. т. По данным же последних трёх съёмок в 2019–2021 гг. в среднем учитывалось около 16 тыс. т. Даже с учётом расхождений в схемах осуществления учётных работ в межгодовом аспекте нисходящий тренд в динамике численности азиатского стрелозубого палтуса в этой части моря, по нашему мнению, прослеживался довольно отчётливо.

Таким образом, в целом, можно говорить о стабильном состоянии запасов азиатского стрелозубого палтуса в Беринговом море, близком к среднесноголетнему уровню, с тенденцией к постепенному снижению.

Центром воспроизводства американского стрелозубого палтуса считается залив Аляска, где этот вид является наиболее многочисленным [Blood et al., 2007]. Однако, согласно открытым данным, его запасы довольно значительны и в Беринговом море. Это единственный из четырёх видов палтусов, численность которого в последние десятилетия демонстрировала устойчивый рост (рис. 1 Б). Если в 1976–1990 г., при низком уровне запасов, его нерестовая биомасса в восточной части Берингова моря и у Алеутских островов в среднем оценивалась на уровне

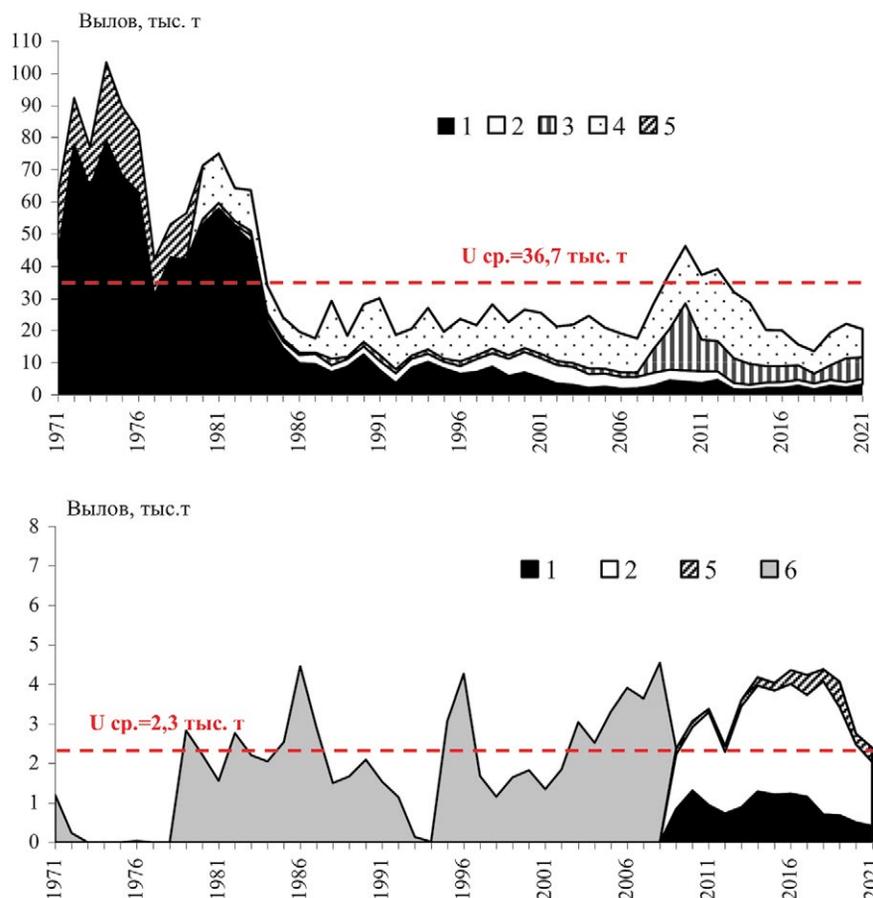
160 тыс. т, то в последнее десятилетие она превысила 500 тыс. т и стабилизировалась на данном уровне. Максимум был отмечен в 2012 г. и составлял около 550 тыс. т. Ещё более значительны запасы американского стрелозубого палтуса в сопредельном районе – в заливе Аляска, где в 2006–2015 гг. его нерестовая биомасса превышала уровень в 1 млн т.

По всей видимости, сходные процессы в динамике запасов этого вида происходили и в западной части Берингова моря, хотя здесь тренд к росту запасов был менее выражен (рис. 1 Б). Если среднегодовой уровень его общей биомассы, учитываемой в ходе траловых съёмок в Западно-Берингоморской зоне составил чуть более 39 тыс. т, то в 2017–2021 гг. учитывалось около 64 тыс. т, а максимум был отмечен в 2019 г. – 80 тыс. т. Таким образом, в отличие от остальных видов, запасы американского стрелозубого

палтуса в Беринговом море в последние десятилетия увеличивались и к настоящему моменту оцениваются на высоком уровне.

Промысел палтусов в Северной Пацифике также имеет продолжительную историю. Например, статистика прибрежного вылова белокорого палтуса у североамериканского континента ведётся с 1888 г., а регулирование его рыболовства осуществляется ИРНС начиная с 1929 г. Однако мы ограничимся сопоставимым историческим этапом лова палтусов в американских водах с советским и российским периодами, поскольку статистика их добычи в западной части Берингова моря имеется в нашем распоряжении лишь с 1971 г. [Балыкин, 2006].

Как можно видеть (рис. 2) наиболее продуктивный период промысла палтусов в восточной части Берингова моря пришёлся на 1970-е и первую поло-



**Рис. 2.** Многолетняя динамика годовых уловов палтусов в Беринговом море. Юго-восточная часть и Алеутские острова – вверху, Западно-Берингоморская зона – внизу: 1 – чёрный палтус, 2 – белокорый палтус, 3 – азиатский стрелозубый палтус, 4 – американский стрелозубый палтус, 5 – стрелозубые палтусы (без разделения), 6 – суммарно все палтусы (без разделения)

**Fig. 2.** Long-term dynamics of annual halibut catches in the Bering Sea. The southeastern part and the Aleutian Islands are at the top, the West Bering Sea zone is at the bottom: 1 – Greenland turbot, 2 – Pacific halibut, 3 – Kamchatka Flounder, 4 – Arrowtooth flounder, 5 – arowtooth flounders (without division), 6 – all halibuts in total (without division)

вину 1980-х гг., и, в первую очередь, был связан с интенсивной эксплуатацией запасов чёрного палтуса траловым флотом многих стран, в том числе и СССР [Alton et al., 1988, Bryan et al., 2020 a, b; 2021 a, b<sup>1</sup>; Золотов и др., 2018; Мазникова и др., 2018]. Максимальные уловы отмечены в период с 1972 по 1976 гг., составляя от 63 до 78 тыс. т.

Впоследствии, в связи с введением исключительных экономических зон, что резко ограничило возможность лова иностранным флотом, совершенствованием инструментов регулирования и ограничения промысла и, в первую очередь, со значительным снижением запасов чёрного палтуса, его годовые уловы снизились более чем на порядок. В последние 20 лет среднегодовой вылов чёрного палтуса в восточной части Берингова моря и у Алеутских островов составлял около 2,8 тыс. т.

Запасы белокорого палтуса в этой части Северной Пацифики до начала 1980-х гг. активно не эксплуатировались, его основной промысел был сосредоточен юго-восточнее, в заливе Аляска и вдоль тихоокеанского побережья североамериканского континента, вплоть до Калифорнии. Поэтому величина годового улова не была связана с состоянием его запасов. По мере развития промысла и увеличения промысловых ресурсов (рис. 1 Г) годовые уловы белокорого палтуса в восточной части Берингова моря возросли с 2–2,5 тыс. т во второй половине 1980-х до 5,4–6,3 тыс. т в начале 2000-х гг., после чего пошли на спад. В последнее десятилетие среднегодовой вылов сократился до 1,8 тыс. т.

Вылов стрелозубых палтусов в 1970–1980-х гг. осуществлялся в комплексе с чёрным палтусом, и, согласно открытым данным, первоначально разделение этих видов в промысловых уловах отсутствовало. Существующие оценки основаны на наблюдениях за составом уловов. Совокупные годовые уловы стрелозубых палтусов в 1971–1979 гг. приблизительно оценивались в пределах 10–25 тыс. т, составляя в среднем 16,5 тыс. т. Последующие расчётные величины, вплоть до 2011 г. когда раздельная фиксация промыслового улова стрелозубых палтусов стала обязательной, основаны на данных исследовательских съёмки и информации от наблюдателей на промысловых судах.

Можно констатировать, что до начала 1990-х гг. стрелозубые палтусы преимущественно добывались в качестве прилова при промысле чёрного палтуса. В 1990–2005 гг. суммарные среднегодовые уловы стрелозубых палтусов составляли около 13,5 тыс. т, из которых лишь около 10% приходилось на азиатского стрелозубого палтуса. Резкий всплеск интереса к данному объекту обозначился в 2008–2012 гг.,

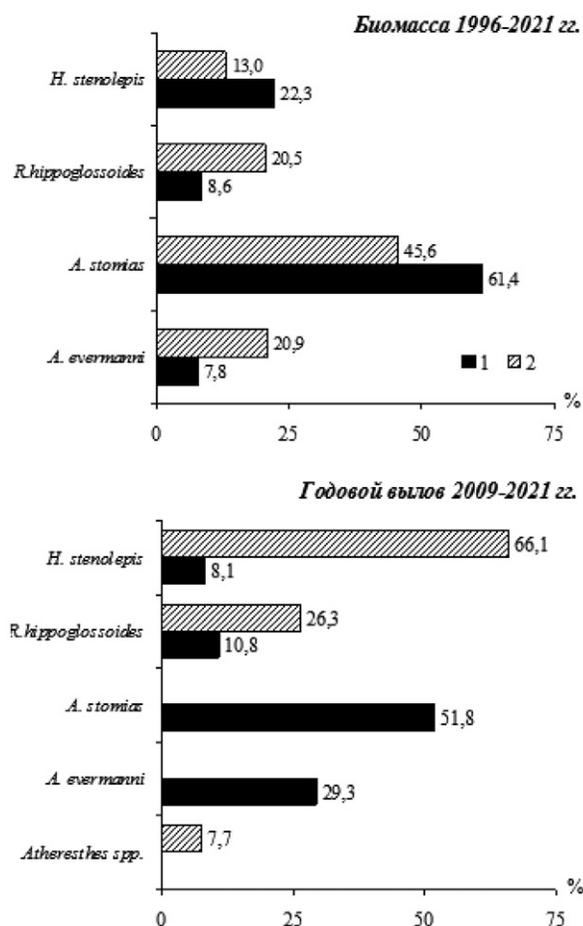
когда в связи с появлением новых рынков сбыта краткосрочно получил развитие его специализированный лов и суммарный годовой вылов вырос сразу до 21–39 тыс. т, а доля азиатского стрелозубого палтуса до 25–54%. После 2012 г. их суммарные годовые уловы составляли в среднем около 14,5 тыс. т, из которых около 35% приходилось на азиатского стрелозубого палтуса.

Резюмируя, отметим, что в восточной части Берингова моря, современное развитие промысла палтусов в основном шло «от запасов» и, по мере снижения промысловой биомассы, в первую очередь, чёрного палтуса, суммарные годовые уловы сократились с 90–100 тыс. т в начале 1970-х гг. до 15–20 тыс. т во второй половине 2010-х гг. (рис. 2). Значительный рост промысловых ресурсов американского стрелозубого палтуса и, в целом, их высокий уровень для азиатского, существенного влияния на общую картину не оказали, за исключением указанного выше короткого промежутка в 2008–2012 гг., поскольку в основном эти виды добывались в качестве прилова.

Несколько иная картина наблюдалась в западной части Берингова моря (рис. 3). Начиная с 1978 г. суммарные годовые уловы палтусов варьировали в достаточно узком диапазоне и никогда не превышали 4,5 тыс. т, в среднем за весь период наблюдений составляли около 2,8 тыс. т и в целом с динамикой запаса не коррелировали. При этом резкие одномоментные снижения вылова, когда годовые уловы в несколько смежных лет могли отличаться более чем в два раза в меньшую сторону, отмечались не только в 2019–2021 гг., но и ранее: в 1986–1987; 1990–1993; 1996–1997; 2008–2009 гг. Поскольку столь частые и резкие изменения в динамике численности таких длиннопериодических видов не характерны, можно предположить, что отмеченные флуктуации в их годовых уловах в Западно-Берингоморской зоне не были обусловлены изменениями в запасах.

В заключение обратим внимание на среднегодовой вклад палтусов в их суммарную биомассу и в годовые уловы в западной и восточной частях Берингова моря (рис. 3). Как можно видеть, распределение долей по биомассе в этих районах сопоставимо, с той лишь разницей, что доля азиатского стрелозубого палтуса в Западно-Берингоморской зоне выше (20,9 против 7,8%), а белокорого – ниже (13,0 против 22,3%).

Это, по-видимому, объясняется тем фактом, что основные нерестилища первого расположены непосредственно в Беринговом море, а центр воспроизводства белокорого палтуса смещён в зал. Аляска [Фадеев, 1987; International Pacific..., 2022 c, d<sup>4</sup>], что,



**Рис. 3.** Вклад отдельных видов палтусов в суммарную биомассу (вверху) и годовой вылов (внизу) в юго-восточной части Берингова моря и у Алеутских островов (1), и в Западно-Берингоморской зоне (2)

**Fig 3.** Contribution of halibut species to total biomass (top) and annual catch (bottom) in the southeastern Bering Sea and the Aleutian Islands (1) and in the West Bering Sea zone (2)

безусловно, сказывается на показателях обилия. При этом как в восточной, так и в западной части Берингова моря, около 65–70% потенциальных промысловых ресурсов данной группы видов приходился на стрелозубых палтусов.

Однако соотношение этих же видов по вылову в восточной и западной частях Берингова моря существенно различается. Если по видовому вкладу в годовые уловы в первом случае довольно близок к распределению их долей в «запасе», за исключением, быть может, азиатского стрелозубого палтуса, то в пределах Западно-Берингоморской зоны основной вклад в уловы обеспечивает белокорый палтус, на долю которого приходится свыше 66%, тогда как «в запасе» его вклад не превышает 13%. И, напротив, суммарная доля стрелозубых палтусов по биомассе в пределах российской ИЭЗ составляет около 67%,

тогда как по вылову не превышает 8%, что приводит к выводу о том, современная организация промысла палтусов в этом районе далека от оптимальной.

*Анализ специализированного промысла палтусов.* Поскольку характеристика вылова в той или иной степени связана с локализацией уловов в пределах промыслового района, коротко охарактеризуем участки наибольших концентраций палтусов в Западно-Берингоморской зоне по результатам многолетних донных траловых съёмок. Как можно видеть (рис. 4), по данным летне-осенних исследований в 2001–2021 гг., распределение всех видов палтусов было мозаичным и имело сходный характер.

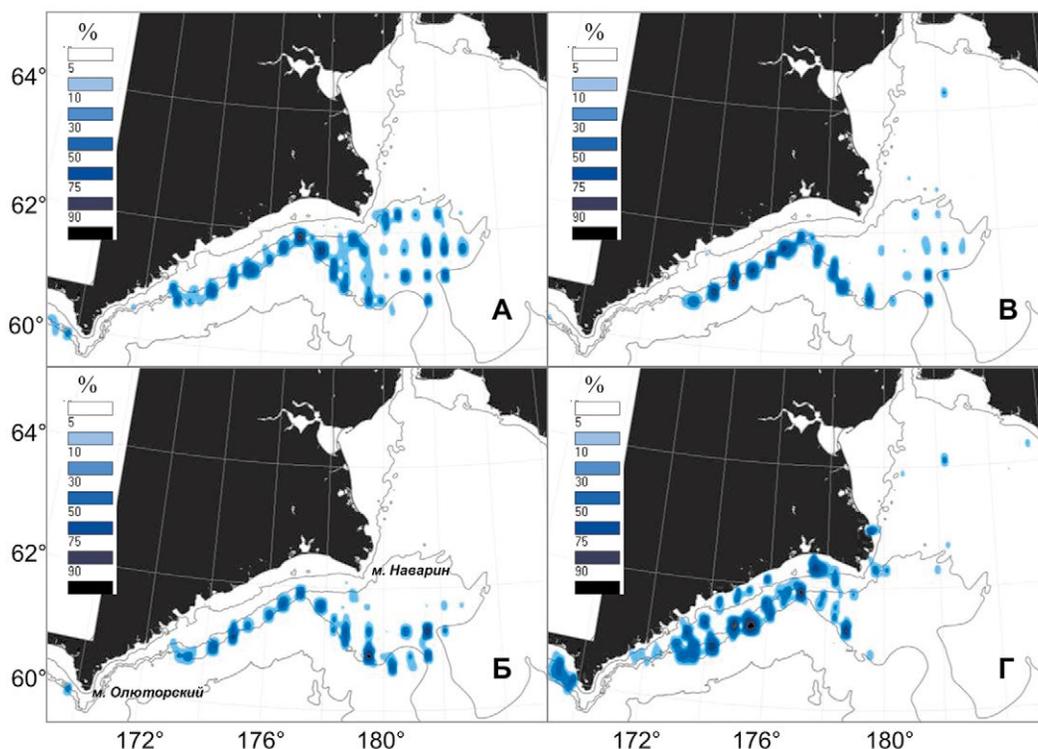
Район наибольших концентраций располагался вдоль свала глубин от 200 до 500 м примерно от 172° в. д. в северо-восточном направлении к м. Наварин, а также захватывал обширный, относительно пологий участок дна к юго-востоку от данного мыса. Имелось и несколько характерных для каждого вида отличий. Основные скопления азиатского стрелозубого палтуса располагались на меньших изобатах, чем американского и распространялись на всю площадь пологого участка у юго-восточной оконечности м. Наварин (рис. 4). При этом американский стрелозубый палтус в основном концентрировался в диапазоне 400–500 м и в большей степени встречался вдоль свала глубин.

Белокорый палтус, кроме того, облавливался и на меньших глубинах, и на отдельных участках вдоль Корякского побережья образовывал значительные концентрации на изобатах 30–50 м.

Распределение чёрного палтуса было сходным с таковым для американского стрелозубого, только максимальные плотности его скоплений приходились на диапазон 400–600 м.

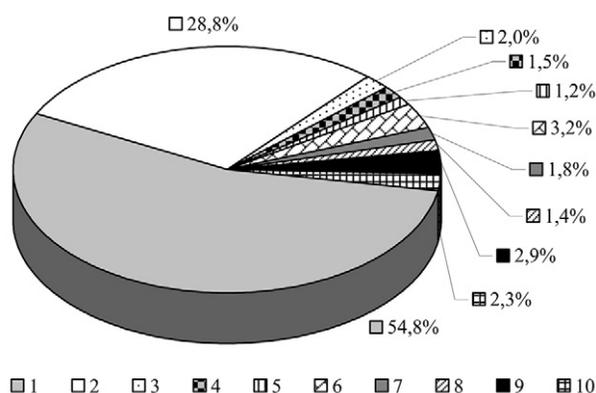
*Белокорый палтус.* Современная структура вылова белокорого палтуса в Западно-Берингоморской зоне представлена на рис. 5. В среднем в 2010–2021 гг. ежегодно добывали около 2,4 тыс. т, из которых 54,8% приходилось на его специализированный лов донными ярусами. Второе место – 28,8%, обеспечивал прилов при ярусном промысле трески. Его суммарный прилов при добыче скатов, макрурусов и чёрного палтуса ярусами составлял около 4,8%. Ещё около 3,2% приходилось на специализированный промысел донными сетями, 1,8% – прилов при промысле минтая пелагическими тралами, 1,4% – при целевом вылове трески донными тралами и 5,2% – на прилов при всех остальных видах промысла.

Согласно информации о ярусном промысле белокорого палтуса в Западно-Берингоморской зоне в 1998–2008 гг., опубликованной в работе



**Рис. 4.** Среднегодовое распределение уловов палтусов по данным донных траловых съёмок ТИНРО в 2001–2021 гг. (в % от максимального): А – азиатский стрелозубый, Б – американский стрелозубый, В – чёрный, Г – белокорый

**Fig.4.** Average long-term distribution of halibut catches according by TINRO bottom trawl surveys in 2001–2021 (in % of the maximum): А – Kamchatka flounder, Б – Arrowtooth flounder, В – Greenland turbot, Г – Pacific halibut



**Рис. 5.** Структура годовых уловов белокорого палтуса Западно-Берингоморской зоны в 2010–2021 гг.: 1 – специализированный промысел донными ярусами; 2 – прилов при спецпромысле трески ярусами; 3 – прилов при спецпромысле скатов ярусами; 4 – прилов при спецпромысле макрурусов ярусами; 5 – прилов при спецпромысле чёрного палтуса ярусами; 6 – спецпромысел донными сетями; 7 – прилов при спецпромысле минтая пелагическими тралами; 8 – прилов при спецпромысле трески донными тралами; 9 – прилов при промысле всех остальных видов донными тралами; 10 – прилов при всех остальных видах промысла

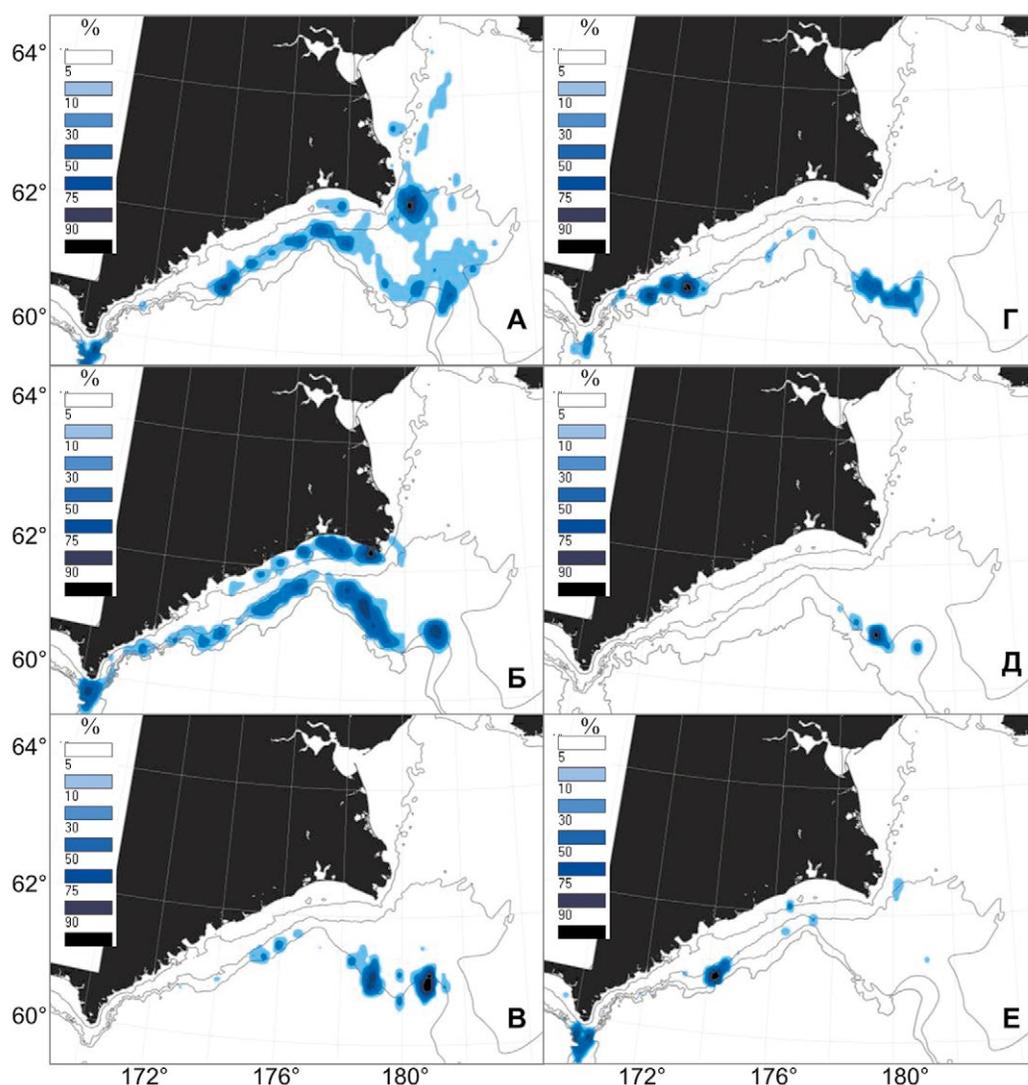
В.Н. Тупоногова с соавторами [2013], можно заключить, что в 2010–2021 гг. продолжались изменения в структуре его вылова, отмеченные по результатам более ранних этапов исследований. Тенденции к постепенному замещению специализированного донного тралового и сетного лова палтусов в Беринговом море на их добычу донными ярусами обозначились ещё в конце 1990-х гг., когда на долю первых двух видов промысла приходилось около 20–40 и 15–30%, соответственно. В начале 2000-х гг. доля вылова ярусами постепенно возросла до 70–80%. По нашим данным (рис. 5), в 2010–2021 гг. суммарная доля белокорого палтуса в годовых уловах донными ярусами

**Fig. 5.** Structure of Pacific halibut annual catch in the West Bering Sea fishery zone in 2010–2021: 1 – specialized bottom longlines fishery; 2 – by-catch from Pacific cod specialized longlines fishery; 3 – by-catch from Skates specialized longlines fishery; 4 – by-catch from Grenadiers specialized longlines fishery; 5 – by-catch from Greenland turbot specialized longlines fishery; 6 – specialized bottom nets fishery; 7 – by-catch from Walleye Pollock pelagic trawls fishery; 8 – by-catch from Pacific cod pelagic trawls fishery; 9 – by-catch from bottom trawls fishery of all other species; 10 – by-catch from all other types of fishery

как специализированно, так и в прилове, составила уже около 88,6%. Это, видимо, подтверждает большую эффективность данного вида промысла, по сравнению с остальными.

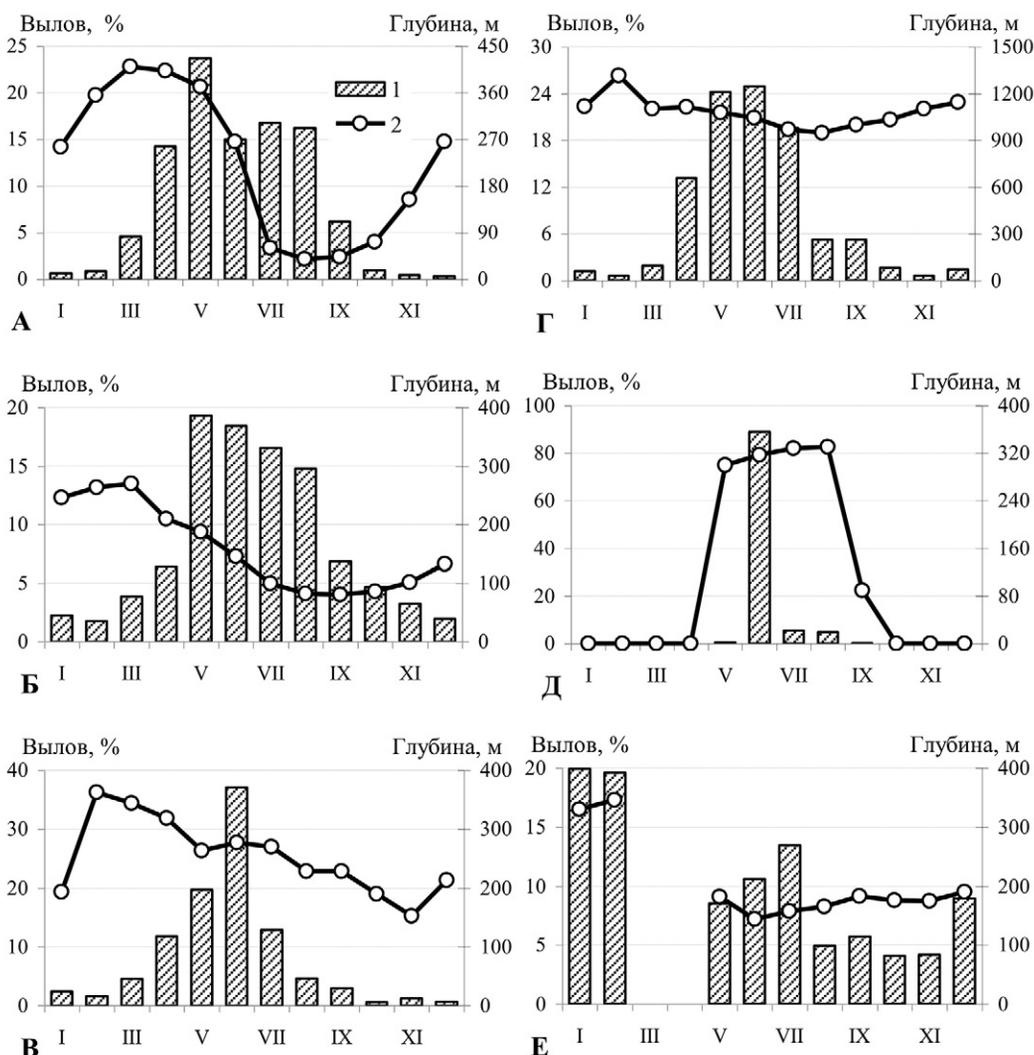
Сезонная динамика вылова белокорого палтуса в Западно-Берингоморской зоне, как специализированно, так и в прилове, определяется его распределением и миграциями в ходе жизненного цикла, составом и структурой добывающего флота, и его ориентацией на вылов других целевых видов рыб, обладающих своими особенностями биологии.

Как можно видеть (рис. 6) наиболее продуктивный специализированный ярусный промысел белокорого палтуса осуществлялся на материковом склоне на глубинах от 200 до 300 м, вдоль корякского побережья приблизительно от 174 до 179° в. д., и на пологом участке дна, расположенном юго-восточнее м. Наварин. Наибольшие концентрации на этих изобатах наблюдались с апреля по сентябрь (рис. 7), когда в среднем добывалось до 86% от годового вылова, а флот затрачивал около 82% судо-суток от суммарных годовых затрат на данный вид лова (рис. 8).



**Рис. 6.** Распределение уловов белокорого палтуса в Западно-Берингоморской зоне в 2010–2021 гг. (в % от максимального значения): А – специализированный промысел донными ярусами; Б – прилов при специализированном промысле трески ярусами; В – прилов при специализированном скатов ярусами; Г – прилов при специализированном макрurusов ярусами; Д – специализированный промысел донными сетями; Е – прилов при специализированном промысле минтая пелагическими тралями

**Fig. 6.** Distribution of Pacific halibut catches in the West Bering Sea zone in 2010–2021 (in % of the maximum value): А – specialized bottom longlines fishery; Б – by-catch from Pacific cod specialized longlines fishery; В – by-catch from Skates specialized longlines fishery; Г – by-catch from Grenadiers specialized longlines fishery; Д – specialized bottom nets fishery; Е – by-catch from Walleye pollock pelagic trawls fishery



**Рис. 7.** Сезонная динамика вылова белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. (1 – % от годовых уловов) и средняя глубина ведения промысла (2). Обозначения А – Е как на рис. 6

**Fig. 7.** Seasonal dynamics of the Pacific halibut catches in the West Bering Sea zone in 2010–2021 (1 – % of annual catches) and the average depth of fishing (2). The designations A – E are similar as in Fig. 6

Очевидно, что промысел в данный период основан на нагульных скоплениях, и уловы на усилие в эти месяцы были максимальны, достигая пика в мае на уровне 4,5 т, и в среднем составляли 4,0 т на судо-сутки.

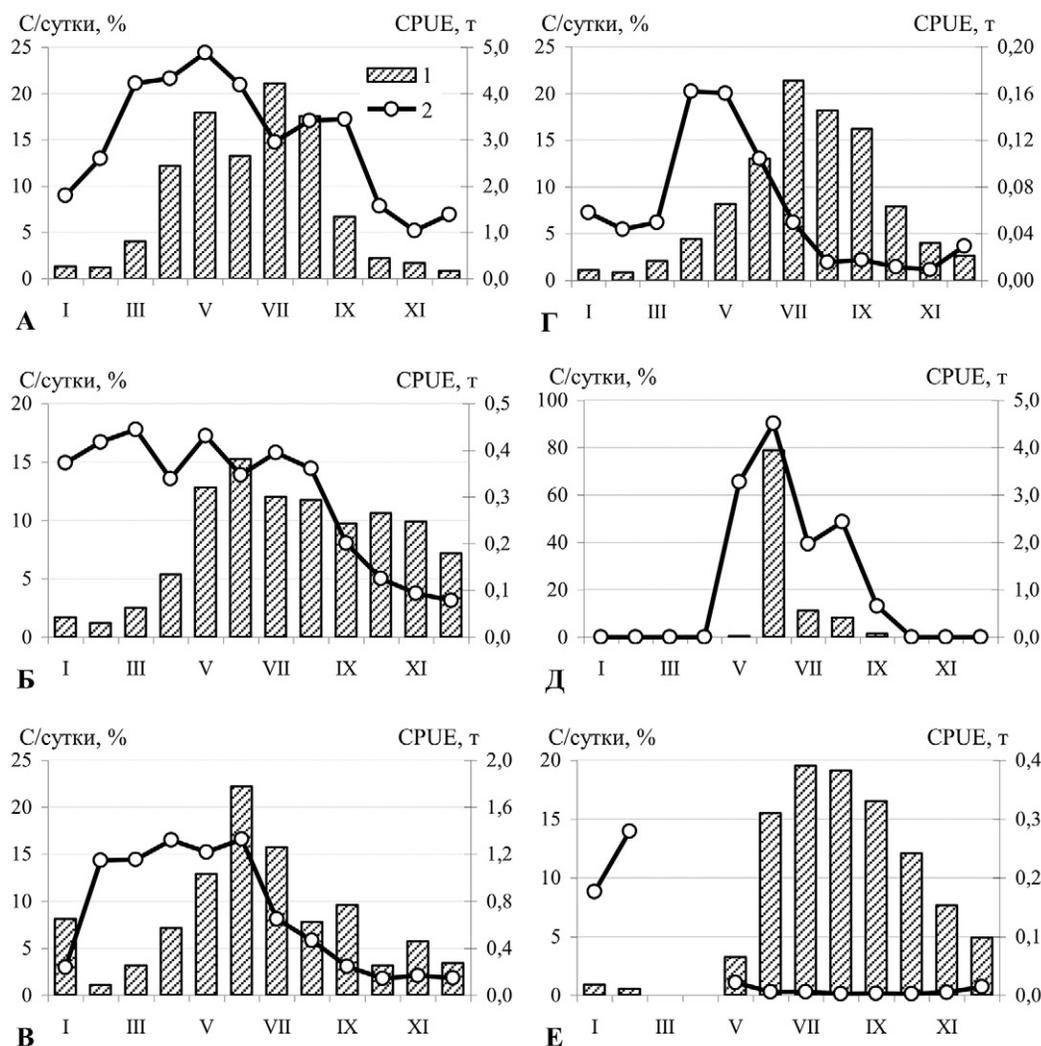
Интенсивность целевого промысла белокорого палтуса заметно снижалась в осенне-зимний период, на который приходится сезон его размножения. К этому моменту основная часть половозрелых особей мигрирует на большие глубины. Кроме того, как было отмечено ранее [Тупоногов и др., 2013], часть промысловых изобат в это время оказывается закрытой льдами, что также отрицательно сказывается на результативности промысла. В результате глубина ярусно-постановок в декабре-марте смещается в диапазон 300–450 м, величина вылова на судо-сутки со-

кращается до 1,0–2,6 т, а суммарный вклад в годовые уловы за этот период не превышает 7%.

Вторым по вкладу в годовые уловы белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне, является его прилов при целевой ярусной добыче трески. Как было показано выше (рис. 5), на долю этого вида промысла приходится чуть меньше трети от среднегодового вылова.

Здесь в целом сохраняются сезонные особенности, отмеченные для специализированного лова белокорого палтуса ярусами: основной промысловый сезон, приходится на весенне-летние месяцы, в которые он осуществляется наиболее эффективно.

Однако имеются и свои особенности, например, средние глубины ярусно-постановок, в связи с ориен-



**Рис. 8.** Сезонная динамика временных затрат на промысле белокорого палтуса (1 – % от суммарного количества суто-суток за год) и уловов на усилие (2 – CPUE, улов на судо-сутки). Обозначения А – Е как на рис. 6

**Fig.8.** Seasonal dynamics of time for Pacific halibut fishing operations (1 – % of total annual number of working days of all vessels) and catches per unit effort (2 – CPUE, catch per vessel day). The designations А – Е are similar as in Fig. 6

тацией на вылов трески, смещаются в верхнюю часть материкового склона и, частично, на шельф (рис. 8 Б), а в целом на глубины от 80 до 210 м.

Более того, дополнительно выделяется мелководный участок шельфа изобатах от 30 до 50 м, протянувшийся примерно от 174° 15' до м. Наварин вдоль Корякского побережья, на котором прилов белокорого палтуса довольно значительный. Этот район отмечался повышенными концентрациями белокорого палтуса и на схемах распределения по результатам донных траловых съёмок (см. рис. 6 Г). Однако, как было показано выше (см. рис. 8 А), специализированным ярусным промыслом он оставался практически неохваченным.

Около 69% белокорого палтуса, добываемого в Западно-Берингоморской зоне как прилов при

специализированном промысле трески донными ярусами, в 2010–2021 гг. вылавливали в период с мая по август (рис. 7 Б). Величины улова на усилие в первой половине года были близки к максимальным и варьировали в пределах 0,35–0,44 т, что почти на порядок ниже аналогичного показателя при специализированном ярусном промысле белокорого палтуса. К ноябрю-декабрю эффективность вылова палтуса, добываемого как прилов к треске, заметно снижалась, и уловы на усилие не превышали 0,1 т/судо-сутки.

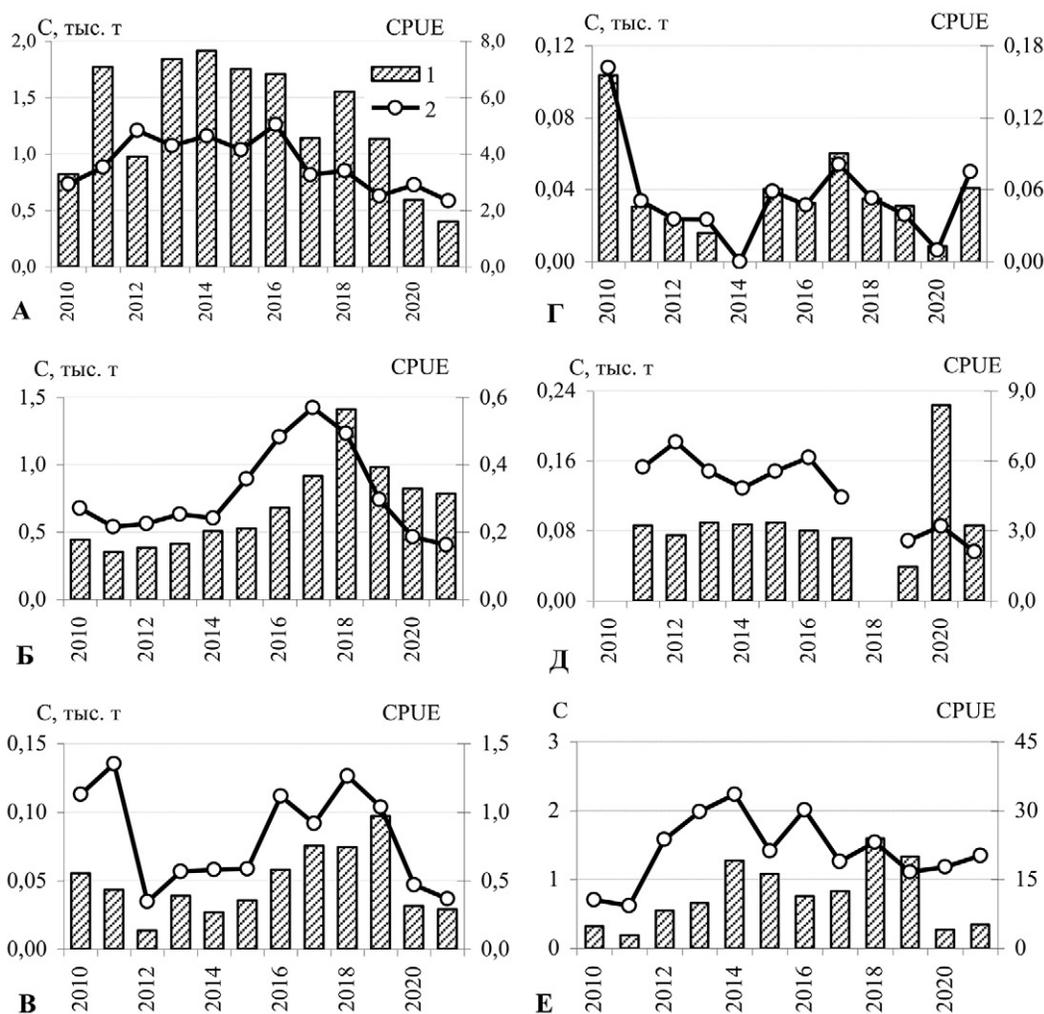
Ещё два небольших промысловых сегмента в Западно-Берингоморской зоне, при которых белокорый палтус в 2010–2021 гг. добывался в качестве прилова, – это специализированный ярусный лов скаотов и макруросов. Их суммарный вклад не превышал 3,5% от годового вылова (рис. 5).

Пространственное распределение уловов палтуса, в данном случае, определялось не только его концентрацией, но и дислокацией добывающего флота, преимущественно ориентированного на облов скоплений скатов и макрурусов. Поэтому наиболее продуктивные районы с приловом белокорого палтуса, в основном, были приурочены к южной границе пологого участка материкового склона (рис. 6 В, Г), расположенного к югу от м. Наварин. Только при ярусном промысле скатов его наиболее эффективно облавливали в батиметрическом диапазоне 200–300 м, а при добыче макрурусов – 900–1200 м (рис. 7 В, Г). Кроме того, при облове скоплений макрурусов, белокорого палтуса добывали в прилове на свале глубин от м. Олюторский в северо-восточном направлении вплоть до 174° в. д.

В обоих случаях его наибольшие уловы отмечались в летний сезон, около 82% от годового вылова наблю-

дались с апреля по август (рис. 7 В, Г). При этом максимальные величины прилова на судо-сутки промысла в основном приходились на первую половину года. В среднем, при ярусном промысле скатов в сутки прилавливали около 1,2 т белокорого палтуса, а при добыче макрурусов – почти на порядок меньше – не более 0,16 т на судо-сутки. Во второй половине года величина улова на усилие резко снижалась: до 0,1–0,2 т при промысле скатов и до 0,01–0,02 т при вылове макрурусов.

Специализированный промысел донными жабберными сетями в Западно-Беринговоморской зоне в настоящее время осуществляется только в отношении белокорого и чёрного палтусов. Этот сегмент очень ограничен и в последние годы на сетной лов приходилось не более 0,03% от среднегодового вылова всех морских рыб и кальмаров данного района [Золотов, 2021].



**Рис. 9.** Межгодовая динамика вылова белокорого палтуса (1 – С, тыс. т) и уловов на промысловое усилие (2 – CPUE, тыс. т) в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. Обозначения А – Е как на рис. 6

**Fig. 9.** Interannual dynamics of the Pacific halibut landing (1 – C, thousand tons) and catches per fishing effort (2 – CPUE, thousand tons) in the West Bering Sea zone in 2010–2021. The designations A – E are similar as in Fig. 6

В отношении белокорого палтуса, вклад специализированной добычи донными сетями в его годовой вылов в 2010–2021 гг. не превышал 3,2% (см. рис. 5). На фоне постепенного общего снижения годовых уловов донный сетной лов палтусов постепенно утрачивает своё значение. В целом, в последние годы к этому виду промысла привлекалось лишь одно судно, за исключением 2019 г., когда для его осуществления были выставлены 3 единицы флота.

В 2010–2021 гг. вылов белокорого палтуса донными сетями производился на довольно ограниченном участке, расположенном на материковом склоне, южнее м. Наварин, примерно от 60° 45' до 61° 15' с. ш. и от 179° до 180° в. д., на изобатах 300–320 м (рис. 6Д, 9Д). Промысловый сезон обычно продолжался с мая по сентябрь, при этом уловы на усилие были сопоставимы с целевым ловом белокорого палтуса донными ярусами. В 2010–2021 г. улов на судно-сутки промысла варьировал от 4,5 т в июне, до 0,7 т – в сентябре, и в среднем составлял 4,0 т.

Наконец, ещё один, довольно «экзотический», вид промысла белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне, это его прилов при добыче минтая пелагическими тралами (рис. 6 Е). Несмотря на то, что по данным официальной статистики, его доля в прилове не превышала 0,01% [Золотов, 2021], при среднегодовых уловах минтая на уровне 350 тыс. т, прилов белокорого палтуса варьировал от 4 до 88 т, что, в среднем, обеспечивало около 1,8% от его годового вылова (рис. 5). Около 50% от этой величины приходилось на период с декабря по февраль, при добыче преднерестового минтая на свале глубин у Корякского побережья, примерно на 174° в. д., и у м. Олюторский (рис. 6 Е), остальное прилавливали в летние месяцы (рис. 7 Е). При этом среднемесячные уловы на судно-сутки были невысоки и в течение всего года варьировали в пределах 0,01–0,02 т (рис. 8 Е).

Межгодовая динамика вылова и уловов на усилие для шести наиболее важных видов промысла белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне представлена на рис. 9.

Как можно видеть, тенденции в изменениях этих показателей в 2010–2021 гг., в целом, носили негативный характер. Так, для его специализированного лова донными ярусами (рис. 9 А) отрицательный тренд в динамике годовых уловов и уловов на усилие (CPUE) проявился, начиная с 2012–2016 гг. В результате среднегодовой вылов сократился с 1,9 до 0,4 тыс. т в 2021 г., то есть более чем в 4 раза. Уловы на судно-сутки, за тот же период, также сократились с 5,03 до 2,3 т, то есть, более чем в 2 раза.

Величина годового прилова белокорого палтуса при целевом ярусном промысле трески в 2010–2015 гг. оставалась стабильной (рис. 9Б), и варьировала в пределах 0,4–0,5 тыс. т в год. Заметный рост его годового вылова в 2016–2018 гг. до уровня 1,4 тыс. т в год, скорее был связан со значительным увеличением количества промысловых усилий ярусного флота на промысле трески, что, в свою очередь, было обусловлено резким ростом её биомассы [Золотов, 2021], и необходимостью освоения увеличившихся квот. Однако после 2017–2018 гг. несмотря на то, что интенсивность данного вида промысла не снизилась, величина годового прилова белокорого палтуса последовательно сократилась с 1,41 до 0,78 т в 2021 г., а CPUE – с 0,57 до 0,16 т на судно-сутки.

Межгодовая динамика прилова белокорого палтуса при целевом промысле скатов и макруросов донными ярусами, а также минтая пелагическими тралами (рис. 9 В, Г, Е) в 2010–2021 гг. была разнонаправленной, но, в целом, устойчивый тренд на снижение его годового прилова и уловов на усилие начиная с 2017–2018 гг. прослеживался и здесь.

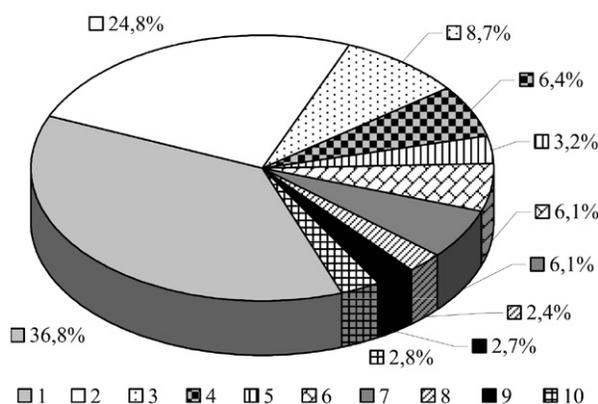
Что касается специализированного лова белокорого палтуса донными сетями (рис. 9 Д), то, по всей видимости, его годовые уловы не были связаны с состоянием ресурсов напрямую, а определялись величиной квоты предприятия, осуществлявшего его промысел. Так, за исключением 2020 г., его вылов оставался стабильным и варьировал в пределах 70–80 т в год. При этом CPUE последовательно снижался с 6,8 т на судно-сутки промысла в 2012 г. до 2,1 т – в 2021 г. Иными словами сокращение уловов на усилие и в этом случае было более чем в три раза.

Отметим также, что, в отличие от промысла чёрного палтуса, на текущий момент интерес рыбодобывающих компаний к целевому лову белокорого палтуса сохраняется. Также, как и в 1998–2008 гг. [Тупоногов и др., 2013], в 2010–2021 гг. в его специализированном ярусном промысле ежегодно участвовали от 19 до 24 судов, несмотря на снижение среднегодового вылова на одно судно с 87,8 т в 2012 г. до 18,2 т – в 2021 г.

Вышеприведённые результаты, по всей видимости, косвенно свидетельствуют о наметившемся во второй половине 2020-х гг. сокращении запасов белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне. Это проявилось в снижении основных промысловых показателей для всех шести наиболее важных сегментов его промысла как специализированного, так и в качестве прилова. При этом, как отмечалось выше, по данным научно-исследовательских съёмок сопоставимого резкого снижения его биомассы отмечено не было.

*Чёрный палтус.* В среднем в 2010–2021 гг. в Западно-Беринговоморской зоне добывали 0,96 тыс. т чёрного палтуса. Как и для белокорого, основным орудием его лова остаются донные ярусы (рис. 10), на долю которых в 2010–2021 гг. суммарно приходилось около 80% от среднегодового вылова. Наибольший вклад обеспечивал специализированный лов донными ярусами, на долю которого приходилось 36,8%, и прилов при ярусной добыче макрурусов – 24,8%. Последнее неудивительно, поскольку батиметрические диапазоны обитания этих видов в ходе жизненного цикла в значительной мере перекрываются.

Суммарный прилов чёрного палтуса при промысле белокорого палтуса, трески и других объектов специализированного ярусного лова обеспечивал ещё около 18,3% от годового вылова. Его целевой лов донными тралями и донными сетями был представлен в равных долях – 6,1%, а вклад всех оставшихся видов промысла в Западно-Беринговоморской зоне,



**Рис. 10.** Структура промысла чёрного палтуса в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг.: 1 – спецпромысел донными ярусами; 2 – прилов при спецпромысле макруруса ярусами; 3 – прилов при спецпромысле белокорого палтуса ярусами; 4 – прилов при спецпромысле трески ярусами; 5 – прилов при спецпромысле прочих видов ярусами; 6 – спецпромысел донными тралями; 7 – спецпромысел донными сетями; 8 – прилов при спецпромысле белокорого палтуса донными сетями; 9 – прилов при спецпромысле пелагическими тралями; 10 – прилов при всех остальных видах промысла

**Fig.10.** Structure of the Greenland turbot fishery in the West Bering Sea zone in 2010–2021: 1 – specialized bottom longlines fishery; 2 – by-catch from Grenadiers specialized longlines fishery 3 – by-catch from Pacific halibut specialized longlines fishery; 4 – by-catch from Pacific cod specialized longlines fishery; 5 – by-catch from all other species specialized longlines fishery; 6 – specialized bottom trawls fishery; 7 – specialized bottom nets fishery; 8 – by-catch from Pacific halibut specialized bottom nets fishery; 9 – by-catch from specialized pelagic trawls fishery; 10 – by-catch from all other types of fishery

включая траловый и снюрреводный, составлял не более 7,9%.

Что касается пространственного распределения уловов чёрного палтуса для шести основных видов его добычи (рис. 11) как специализированных, так и в качестве прилова, то они были сконцентрированы на узком участке материкового склона вдоль Корякского побережья.

При этом наибольшей протяжённостью отличались районы, на которых чёрный палтус облавливался в прилове при ярусном промысле трески, белокорого палтуса и макрурусов (рис. 11 Б, В, Г). В первых двух случаях они простирались приблизительно от 174° в. д. до 178° з. д., преимущественно на глубинах 200–300 м, в третьем – облавливались наиболее глубоководные участки на изобатах 900–1200 м от 176° в. д. до 179° з. д.

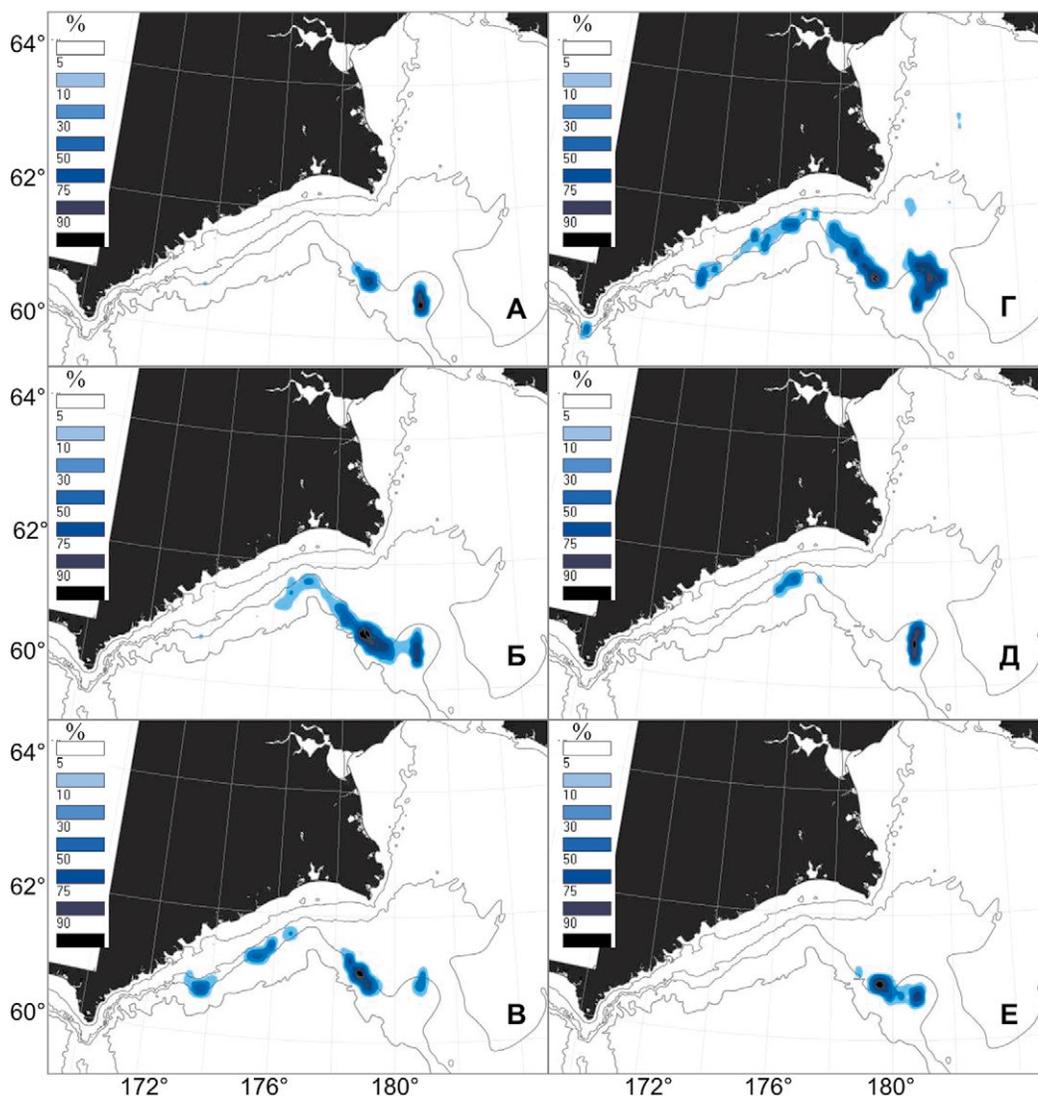
Специализированный промысел чёрного палтуса ярусами, донными тралями и донными сетями, напротив, был максимально локализован и в основном осуществлялся в очень ограниченном районе, примыкающем к южному краю пологого участка материкового склона к юго-востоку от м. Наварин на изобатах 400–600 м.

Также, как и для белокорого палтуса, наиболее продуктивный лов чёрного палтуса в Западно-Беринговоморской зоне осуществлялся в летне-осенний период. Так, например, для специализированного ярусного промысла (рис. 12 А, 13 А) около 91% от его годового вылова и 89% промыслового времени приходилось на июнь–сентябрь. Уловы на усилие в данный период также были наибольшими и варьировали в пределах 3,2–5,0 т. Максимум CPUE приходился на сентябрь и составлял 6,0 т/судо-сутки.

Сопоставимая картина наблюдалась и на ярусном промысле макруруса, где чёрный палтус облавливался в качестве прилова. Наиболее эффективный лов также осуществлялся в июне–сентябре, когда вылавливалось до 83% от годового объёма при данном виде промысла.

Величины прилова чёрного палтуса на усилие в летний сезон были близки к максимальным и варьировали в пределах 0,42–0,48 т/судо-сутки, что, более чем на порядок меньше, чем при его специализированном ярусном промысле (рис. 13 А, Б).

Сходным образом до 91% уловов при целевом промысле чёрного палтуса донными тралями, и около 100% – при донном сетном, добывали в период с мая по сентябрь. Средние и максимальные величины CPUE имели сопоставимые значения с таковыми для специализированного ярусного промысла и составляли 2,8 и 4,4, и 3,5 и 5,0 т/судо-сутки, соответственно.

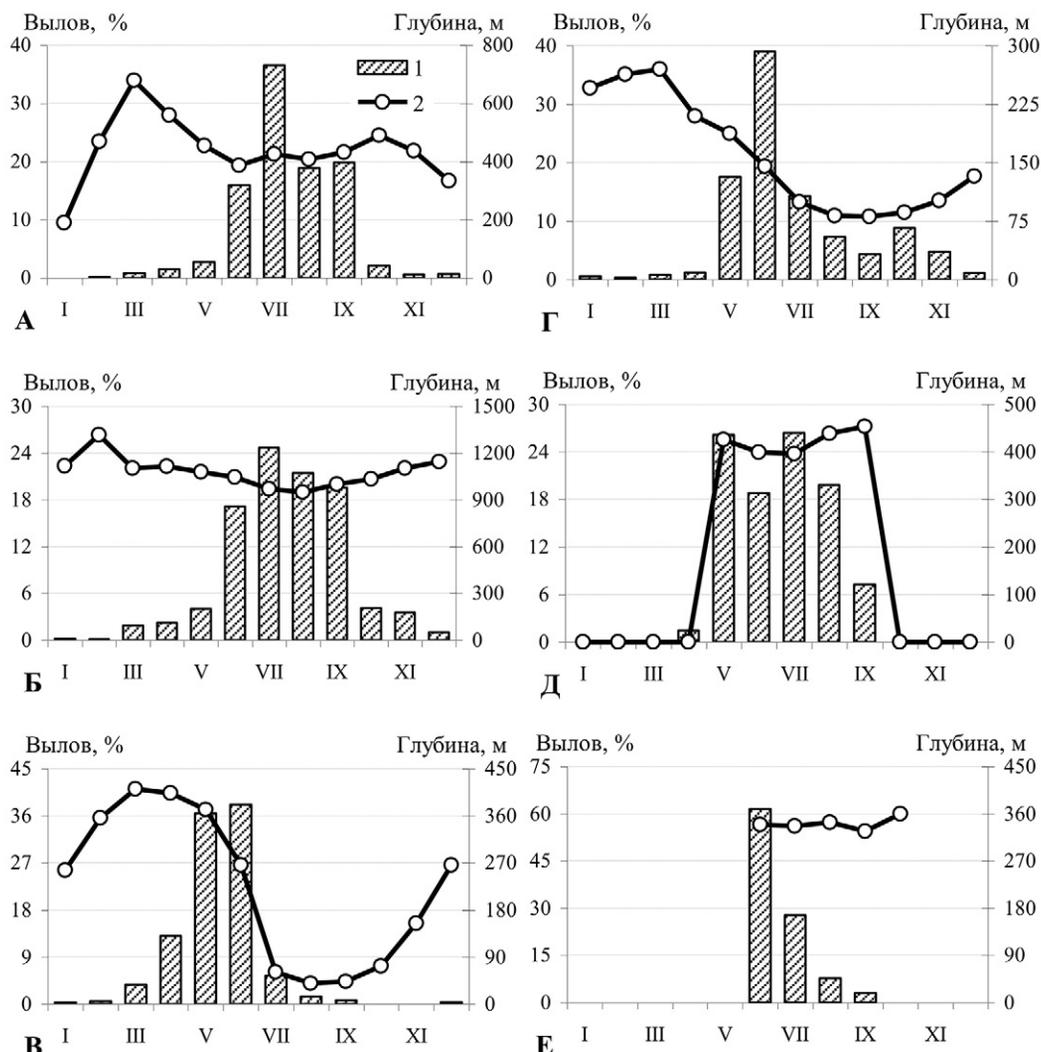


**Рис. 11.** Распределение уловов чёрного палтуса в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. (в % от максимального значения): А – спецпромысел донными ярусами; Б – прилов при спецпромысле макрурусов ярусами; В – прилов при спецпромысле белокорого палтуса ярусами; Г – прилов при спецпромысле трески ярусами; Д – спецпромысел донными тралями; Е – спецпромысел донными сетями

**Fig. 11.** Distribution of Greenland turbot catches in the West Bering Sea zone in 2010–2021 (in % of the maximum value): А – specialized bottom longlines fishery; Б – by-catch from Grenadiers specialized longlines fishery; В – by-catch from Pacific halibut specialized longlines fishery; Г – by-catch from Pacific cod specialized longlines fishery; Д – specialized bottom trawls fishery; Е – specialized bottom nets fishery

Несколько иной выглядела картина при анализе сезонной динамики вылова чёрного палтуса, добываемого в прилове при ярусном лове белокорого палтуса и трески. В данном случае максимальные уловы отмечались в мае и июне, когда добывали – 75 и 57% от его годового улова для этих двух сегментов промысла (рис. 12 В, Г). При этом значения CPUE, в период с апреля по июль возрастали в 2–3 раза, а затем, к августу–сентябрю, резко снижались практически до минимальных значений (рис. 13 В, Г).

Объяснение такому характеру сезонной динамики видимо следует искать в быстрой смене глубины ярусопостановок, направленной на более эффективный облов более мелководных скоплений целевых объектов: белокорого палтуса и трески. В 2010–2021 гг., как правило, эта смена батиметрического диапазона приходилась на июль–август (рис. 12 В, Г). Концентрации же чёрного палтуса на глубинах менее 100–150 м минимальны, что, видимо, и отражалось критическим образом в резком снижении



**Рис. 12.** Сезонная динамика вылова чёрного палтуса в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. (1, в % от годовых уловов) и средняя глубина ведения промысла (2). Обозначения А – Е как на рис. 11

**Fig. 12.** Seasonal dynamics of the Greenland turbot catches in the West Bering Sea zone in 2010–2021: (1– in % of annual catches) and average fishing depth (2). The designations A – E are similar as in Fig. 11

промысловых показателей его прилова во второй половине года.

Что касается межгодовой динамики вылова и уловов на усилие, то в 2010–2021 гг., для всех основных видов промысла чёрного палтуса в Западно-Беринговоморской зоне, отчётливо проявились тенденции к их значительному снижению. Так, величина улова на судо-сутки при специализированном лове донными ярусами (рис. 14 А) последовательно сократилась с 4,7 т в 2012 г. до 1,2 т – в 2021 г., то есть почти в 4 раза. При этом если до 2016 г., за счёт увеличения количества судо-суток, проведённых флотом на промысле, годовые уловы ещё оставались на уровне 0,4–0,6 тыс. т, то впоследствии в 2020–2021 гг. их объём сократился до 0,012–0,016 тыс. т.

Сходным образом годовой прилов чёрного палтуса при ярусном промысле макрусусов (рис. 14 Б) сократился с 0,51 тыс. т в 2015 г. до 0,08 тыс. т – в 2021 г., а CPUE – с 1,1 т/судо-сутки в 2014 г. до 0,15 т – в 2021 г., иными словами – более чем в 7 раз.

Как можно видеть и для остальных четырёх наиболее важных видов промысла отмечались аналогичные негативные тенденции (рис. 14 В-Е) как при специализированном лове чёрного палтуса донными травами и сетями, так и при его добыче в качестве прилова при целевом ярусном промысле белокорого палтуса и трески. Во всех случаях снижение уловов на усилие от уровня 2016–2017 г. к 2021 г. было почти 4-кратным.

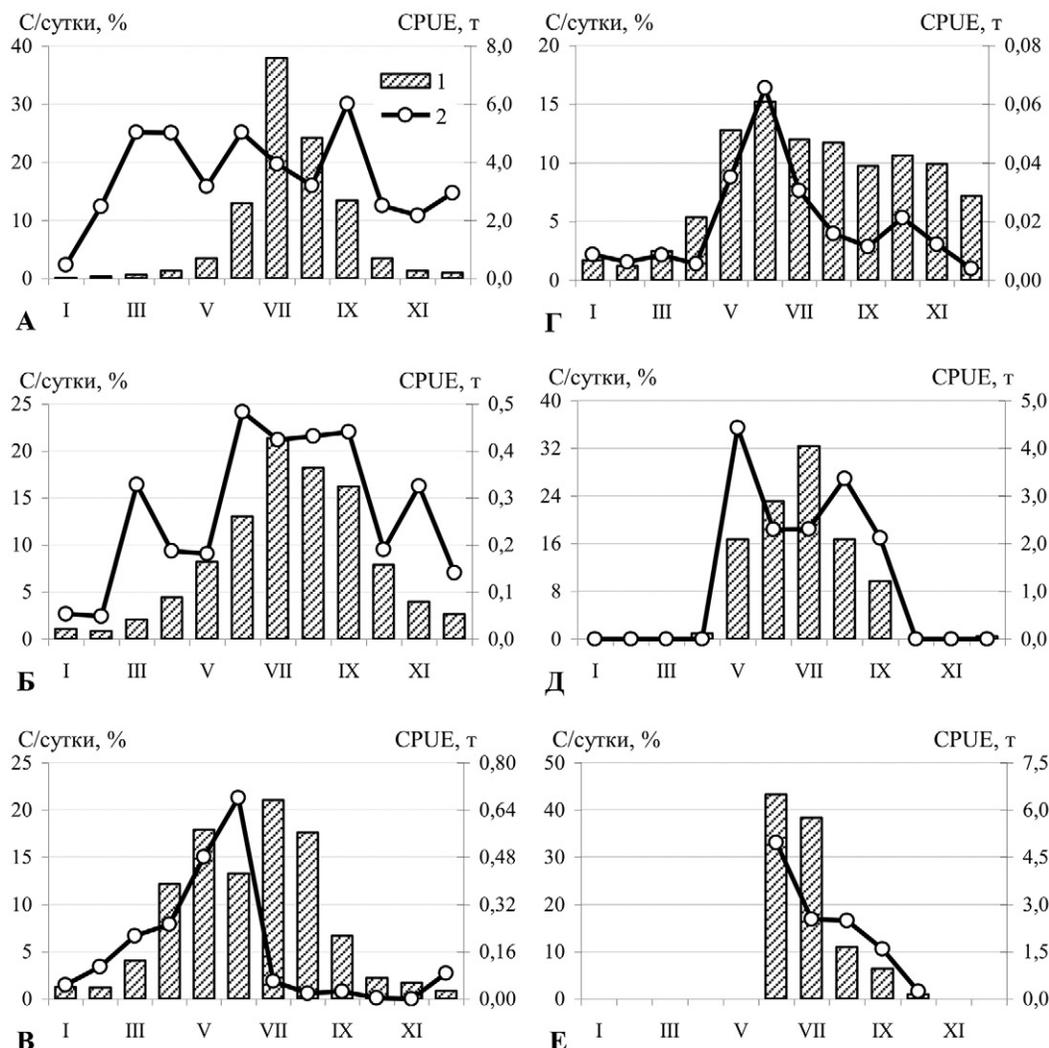


Рис. 13. Сезонная динамика временных затрат на промысле чёрного палтуса (1- в% от кол-ва суто-суток за год) и уловов на усилие (2- CPUE, улов на судно-сутки). Обозначения А – Е как на рис. 11

Fig. 13. Seasonal dynamics of time for Greenland turbot fishing operations (1 – % of total annual number of working days of all vessels) and catches per unit effort (2 – CPUE, catch per vessel day). The designations А – Е are similar as in Fig. 11

Таблица 1. Количество судов на специализированном ярусном промысле и средний вылов палтусов на одно судно в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг.

Год	Количество судов, ед.			Вылов на судно, т			Год	Количество судов, ед.			Вылов на судно, т		
	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3
2010	18	20	32	38,6	41	406	2017	16	23	31	17,7	45,5	625
2011	13	23	34	29,5	77	398	2018	6	23	33	3,9	67,4	1239
2012	8	19	36	36,1	51,3	338	2019	12	23	36	8	49,2	1510
2013	12	21	29	43	87,8	428	2020	7	24	40	1,8	24,5	1781
2014	15	23	29	34,9	83,3	476	2021	3	22	40	5,4	18,2	1397
2015	16	23	29	24,7	76,3	479	Среднее:	11,6	22,1	33,1	24,2	58,6	800,5
2016	13	21	28	47,2	81,4	529							

Примечание: 1 – чёрный палтус; 2 – белокожий палтус; 3 – тихоокеанская треска

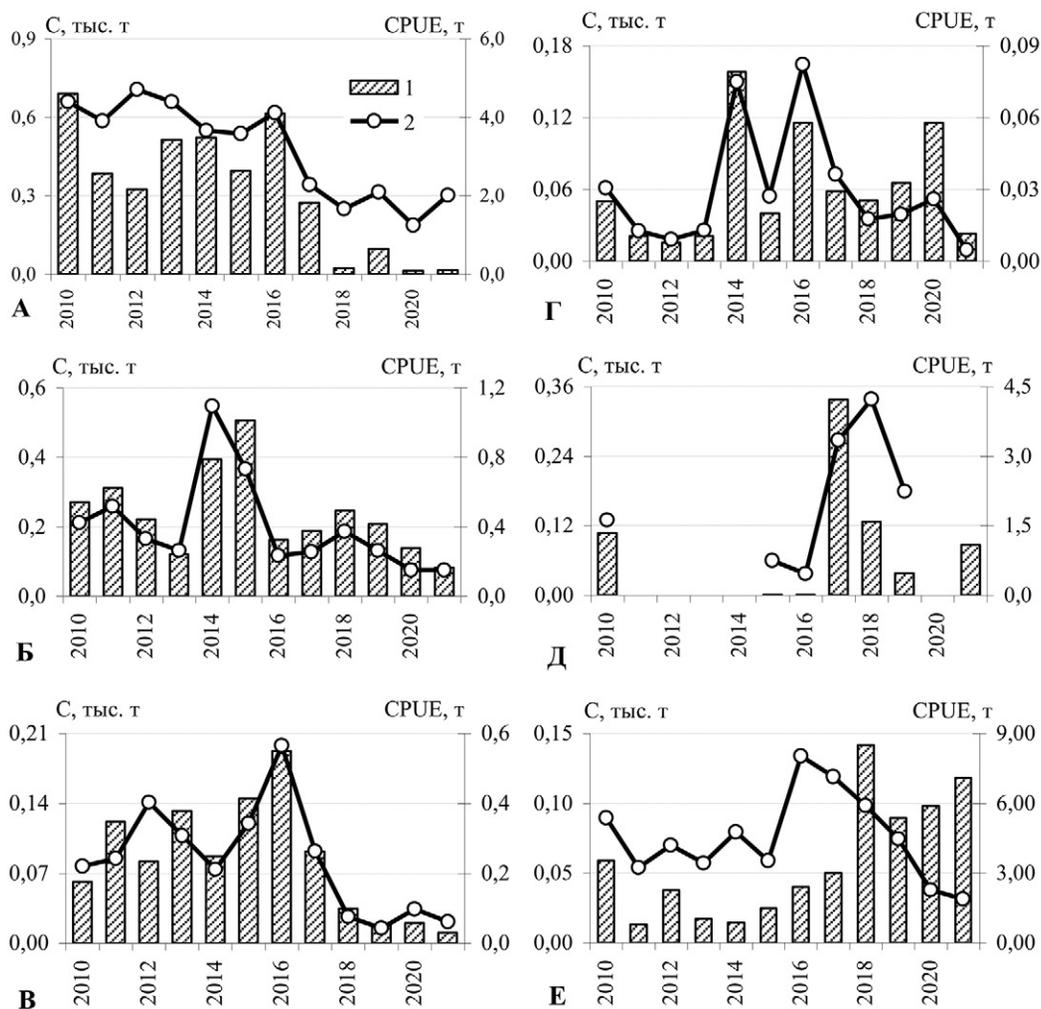


Рис. 14. Межгодовая динамика вылова чёрного палтуса (1 – С, тыс. т) и уловов на промысловое усилие (2 – CPUE, тыс. т) в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. Обозначения А – Е как на рис. 11

Fig. 14. Interannual dynamics of catch of the Greenland turbot (1 – C, thousand tons) and catches per fishing effort (2 – CPUE, thousand tons) in the West Bering Sea zone in 2010–2021. The designations A – E are similar as in Fig. 11

Приведённые результаты, на наш взгляд, достаточно явно свидетельствуют о происходящем снижении промысловых ресурсов чёрного палтуса в западной части Берингова моря, что уже было отмечено по данным донных траловых съёмок (рис. 1). Можно предположить, что если отмеченные негативные тенденции в динамике запасов сохранятся, то его специализированный промысел (любыми орудиями лова) на некоторое время может потерять своё значение, и его будут добывать лишь в прилове.

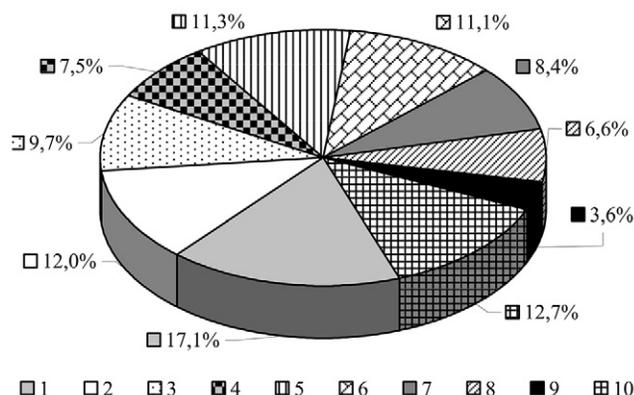
Как следует из табл. 1, ряд добывающих предприятий уже потерял интерес к специализированному промыслу чёрного палтуса ярусами и переводят флот на более продуктивный в настоящий момент промысел тихоокеанской трески.

В результате количество ярусоловов, осуществляющих лов чёрного палтуса, сократилось с 18 единиц

в 2010 г. до 3 – в 2021 г., а средний вылов на судно – с 39 т до 2–5 т. В то же время, на ярусной добыче трески эти показатели возросли с 32 до 40 судов, и с 0,4 до 1,4–1,8 тыс. т в год, соответственно. При этом для белокорого палтуса, запасы которого также снижаются, заметных изменений в количестве флота, выставляемого на промысел, не произошло.

*Стрелозубые палтусы.* Несмотря на то, что настоящее исследование в основном было направлено на анализ специализированного промысла, следует признать, что на современном этапе целевая добыча стрелозубых палтусов в Западно-Беринговоморской зоне практически отсутствует и их на 89% добывают в прилове при вылове других объектов (рис. 15).

При этом, отдельным сегментом выделяется их специализированный лов донными травами, среднегодовая доля которого в 2010–2021 г. составля-



**Рис. 15.** Структура промысла стрелозубых палтусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг.: 1 – прилов при промысле белокорого палтуса ярусами; 2 – прилов при спецпромысле трески ярусами; 3 – прилов при спецпромысле чёрного палтуса ярусами; 4 – прилов при спецпромысле макрурусов ярусами; 5 – прилов при спецпромысле прочих видов ярусами; 6 – спецпромысел стрелозубых палтусов донными травами; 7 – прилов при спецпромысле чёрного и белокорого палтуса донными сетями; 8 – прилов при спецпромысле минтая пелагическими травами; 9 – прилов при спецпромысле остальных видов ВБР снюрреводами; 10 – прилов при всех остальных видах промысла

**Fig. 15.** Structure of the arrowtooth flounders fishery in the West Bering Sea zone in 2010–2021: 1 – by-catch from Pacific halibut specialized longlines fishery; 2 – by-catch from Pacific cod specialized longlines fishery; 3 – by-catch from Greenland turbot specialized longlines fishery; 4 – by-catch from Grenadiers specialized longlines fishery; 5 – by-catch from all other species specialized longlines fishery; 6 – specialized arrowtooth flounders bottom trawls fishery; 7 – by-catch from Greenland turbot and Pacific halibut specialized bottom nets fishery; 8 – by-catch from Walleye pollock pelagic trawls fishery; 9 – by-catch from all other species specialized Danish seine fishery; 10 – by-catch from all other types of fishery

ла около 11,1%. Хотя этот вклад, в основном, был сформирован лишь по результатам одного года промысла. В 2019 г., когда специализированно донными травами было выловлено около 272 т стрелозубых палтусов, тогда как суммарный вылов за все остальные годы не превысил 93 т. Такие небольшие уловы вряд ли свидетельствуют о действительной системной организации целевого донного тралового промысла стрелозубых палтусов. Скорее речь идёт о попавших в официальную статистику случайных массовых уловах при промысле других видов ВБР, и, в данном случае, отнесение этого вида промысла к специализированным можно считать формальным.

В остальном можно отметить, что в среднем, при всех видах лова, в 2010–2021 гг. добывалось около 273 т стрелозубых палтусов. Наиболее эффективно

их прилавливали при специализированном ярусном промысле белокорого палтуса, на долю которого приходилось 17,1% от годового вылова; трески – 12,0%; чёрного палтуса – 9,7%; макрурусов – 7,5% и суммарно для всех прочих объектов ярусного флота – 11,3% (рис. 15). Наименьший прилов официально декларировали суда, осуществлявшие снюрреводный промысел, их вклад за весь рассматриваемый период не превысил 3,6%.

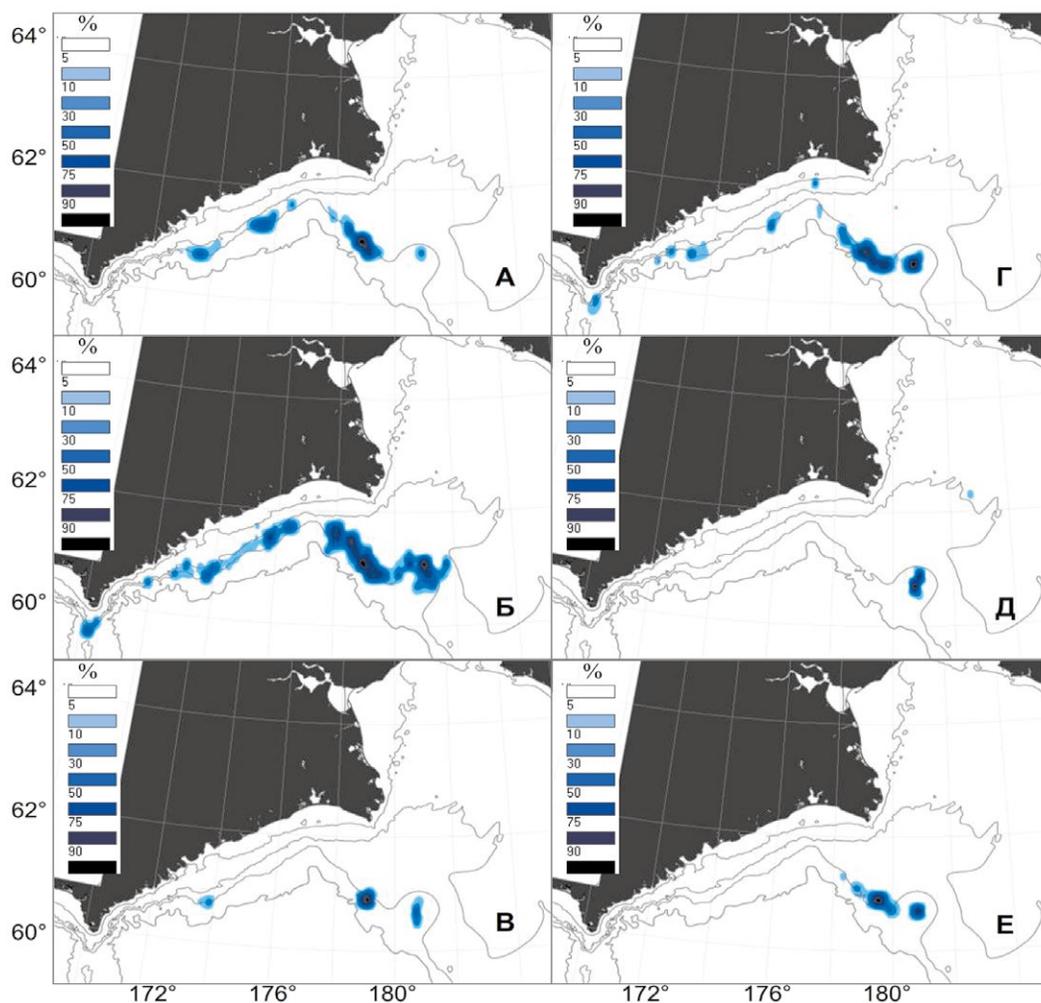
Общей чертой в пространственном распределении приловов стрелозубых палтусов для основных видов их промысла (рис. 16) является то, что их основная плотность наблюдалась вдоль южной и юго-западной кромки пологого участка материкового склона, расположенного к югу от м. Наварин, что, в целом, соответствует участкам наибольших концентраций американского и азиатского стрелозубого палтуса по данным донных траловых съёмок (рис. 4 А, Б). Заметные отличия наблюдаются лишь в батиметрических диапазонах.

Например, максимальные приловы при специализированном ярусном лове трески были приурочены к диапазону 200–300 м; белокорого палтуса – 300–400 м; чёрного палтуса – 400–500 м; макрурусов – 900–1200 м (рис. 17). Эпизодический целевой донный траловый промысел стрелозубых палтусов осуществлялся на локальном участке около 60° 30′ – 61° 00′ с. ш. и 179° з. д. на глубинах 300–400 м, и приближённо в этом же районе их добывали в качестве прилова донными сетями.

Поскольку стрелозубые палтусы на 89% добываются лишь в качестве прилова, сезонная динамика их вылова и уловов на усилие определяется скорее не особенностями их биологического цикла, а распределением и ориентацией добывающего флота на вылов более важных целевых объектов. Поэтому максимальный вылов и максимальные значения CPUE при специализированном донном траловом лове и при целевом ярусном лове трески и белокорого палтуса приходились на апрель-июнь (рис. 18).

А затем, начиная с июля, по мере смещения ярусного флота на меньшие глубины, вслед за скоплениями трески и белокорого палтуса, приловы стрелозубых палтусов снижались до минимальных значений. В то же время их наиболее эффективный прилов при специализированном ярусном лове чёрного палтуса и макрурусов приходился на июль-сентябрь.

Как было показано выше, запасы стрелозубых палтусов Западно-Беринговоморской зоны в настоящий момент довольно внушительны и, по данным донных траловых съёмок, их общая биомасса в 2010–2021 гг. в среднем оценивалась на уровне 68 тыс. т



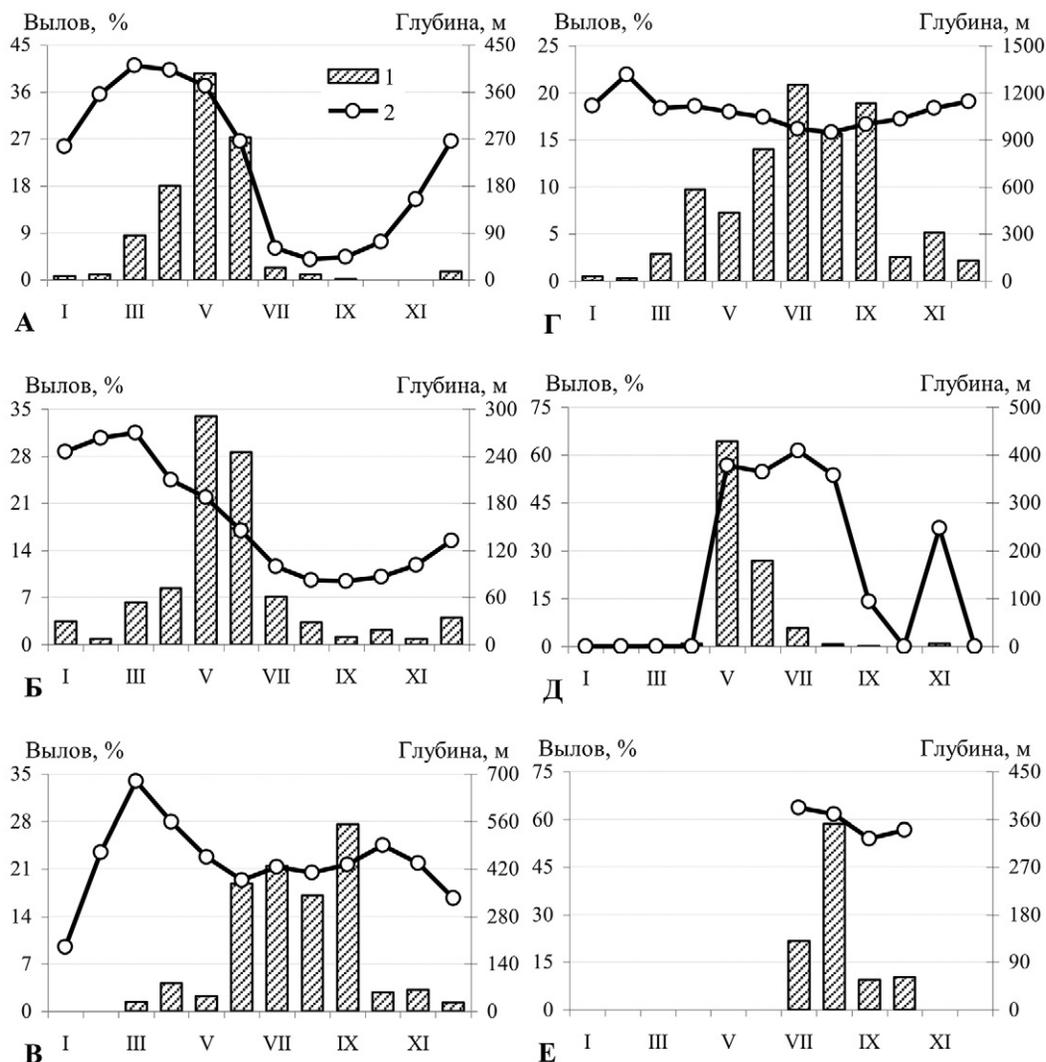
**Рис. 16.** Распределение уловов стрелозубых палтусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. (в % от максимального значения): А – прилов при спецпромысле белокорого палтуса донными ярусами; Б – прилов при спецпромысле трески донными ярусами; В – прилов при спецпромысле чёрного палтуса донными ярусами; Г – прилов при спецпромысле макрурусов донными ярусами; Д – спецпромысел донными травами; Е – прилов при спецпромысле чёрного и белокорого палтуса донными сетями

**Fig. 16.** Distribution of arrowtooth flounders catches in the West Bering Sea zone in 2010–2021 (in % of the maximum value): А – by-catch from Pacific halibut specialized longlines fishery; Б – by-catch from Pacific cod specialized longlines fishery; В – by-catch from Greenland turbot specialized longlines fishery; Г – by-catch from Grenadiers specialized longlines fishery; Д – specialized arrowtooth flounders bottom trawls fishery; Е – by-catch from Greenland turbot and Pacific halibut specialized bottom nets fishery

(см. рис. 3). С другой стороны, их суммарный среднегодовой вылов за тот же период не превысил 273 т, из которых около 89% добывалось в прилове. Иными словами, в терминах коэффициента эксплуатации, промысловые ресурсы стрелозубых палтусов данного района, согласно данным официальной статистики, используются не более чем на 0,4%.

Можно предположить, что некоторая часть прилова стрелозубых палтусов не поступает в обработку и утилизируется каким-то иным способом, пополняя статистику ННН-промысла (незаконный, несообщаемый, нерегулируемый). В этой связи анализировать

межгодовые изменения их вылова и уловов на усилии, с точки зрения характеристики возможной динамики их запасов, малопродуктивно. Действительно, для тех видов промысла стрелозубых палтусов в Западно-Беринговоморской зоне, при которых их прилов официальной статистикой фиксировался относительно регулярно, эта динамика или была разнонаправленной, как это было при целевом ярусном лове белокорого палтуса (рис. 19), или, напротив, на каком-то из периодов оставалась относительно стабильной.



**Рис. 17.** Сезонная динамика вылова стрелозубых палтусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. (1, в % от годовых уловов) и средняя глубина ведения промысла (2). Обозначения А – Е как на рис. 16

**Fig. 17.** Seasonal dynamics of the arrowtooth flounders catches in the West Bering Sea zone in 2010–2021 (1, in % of annual catches) and average fishing depth (2). The designations A – E are similar as in Fig. 16

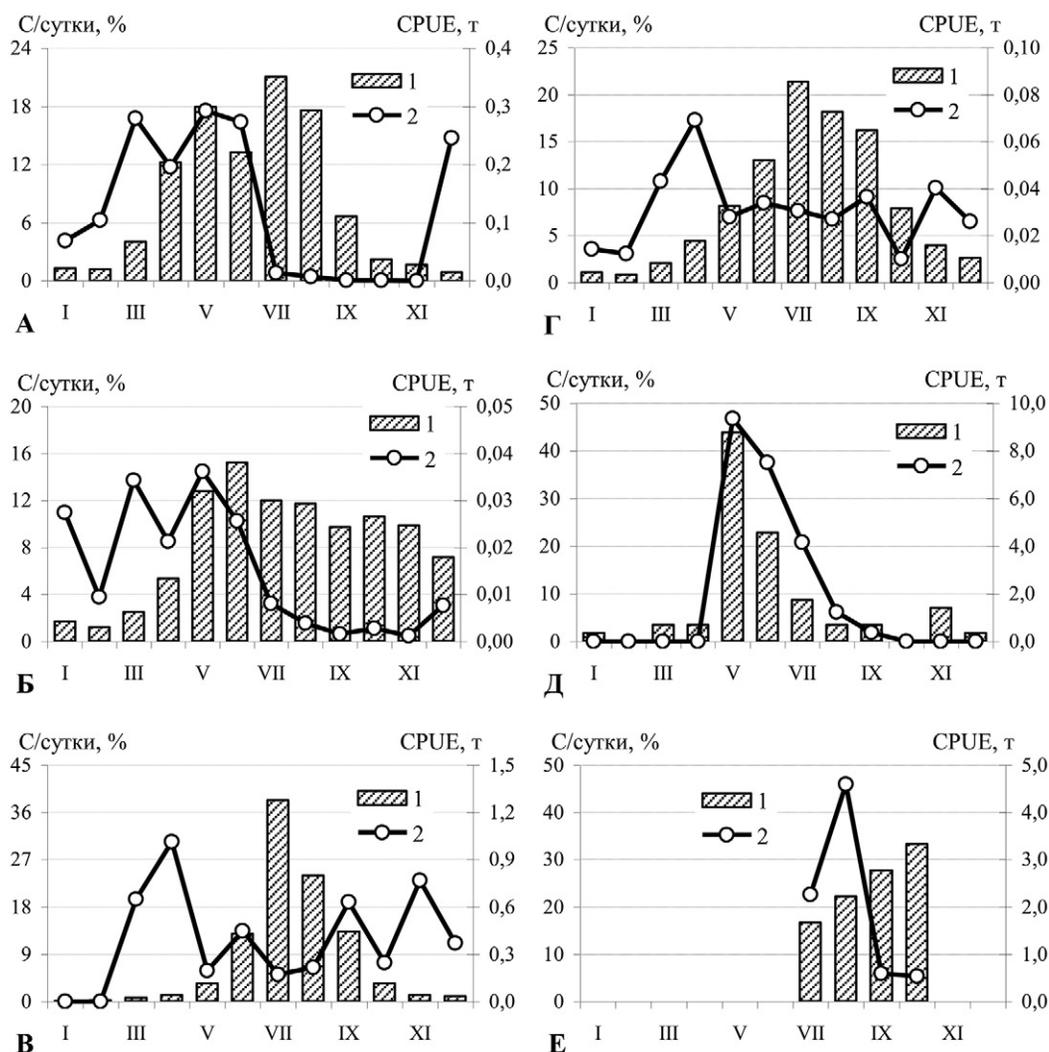
Так, например, при специализированном ярусном промысле макрурусов их годовой прилов в 2010–2021 гг. незначительно варьировал около уровня 20–30 т в год; при лове трески ярусами эта величина в 2014–2020 гг. составляла 40–60 т; для целевой ярусной добычи чёрного палтуса в 2012–2017 гг. – 30–50 т. В последнем случае резкое снижение годового прилова стрелозубых палтусов в 2018–2021 гг. не было связано с биологическими причинами, а объяснялось исключительно тем обстоятельством, что специализированный ярусный промысел чёрного палтуса практически прекратился.

По всей видимости, главной причиной невысокого интереса добывающих организаций к промыслу стрелозубых палтусов является отсутствие спроса на

продукцию из них как на внутреннем рынке, так и на внешнем. Проблема же корректного отражения их фактического вылова, также, как и для других массовых, но не высокоценных объектов прилова в обозримом будущем вряд ли может быть решена каким-то иным способом, кроме введения тотального взвешивания промысловых уловов ещё до их поступления в обработку.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе материалов донных научно-исследовательских съёмок, официальной промысловой статистики и открытых данных National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) и International Pacific Halibut Commission (IPHC) в работе рассмо-



**Рис. 18.** Сезонная динамика временных затрат на промысле стрелозубых палтусов (1 – % от кол-ва суто-суток за год) и уловов на усилие (2 – CPUE, улов на судо-сутки). Обозначения А – Е как на рис. 18

**Fig. 18.** Seasonal dynamics of time for arrowtooth flounders fishing operations (1 – % of total annual number of working days of all vessels) and catches per unit effort (2 – CPUE, catch per vessel day). The designations A – E are similar as in Fig. 16

трены особенности современного промысла палтусов Западно-Беринговоморской зоны и состояния их запасов.

Показано, что на современном этапе запасы чёрного и белокорого палтусов в Беринговом море находились на низком уровне, при этом, с середины 2010-х гг. в западной части моря наметилась тенденция к дальнейшему снижению биомассы первого из этих двух видов. Промысловые запасы азиатского стрелозубого палтуса были близки к среднееголетним значениям, с тенденцией к постепенному снижению. Американский стрелозубый палтус – единственный вид, численность которого в рассматриваемый период увеличивалась и запасы которого в Беринговом море оценивались на высоком уровне. В среднем, по дан-

ным донных траловых съёмках ТИНРО, суммарная общая биомасса палтусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2001–2021 гг. оценивалась величиной 98 тыс. т, из которых около 13% приходилось на белокорого, 21% – на чёрного и 66% – на стрелозубых палтусов.

Годовые уловы палтусов в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. варьировали от 2,4 до 4,4 тыс. т и в среднем составили 3,6 тыс. т. Из этой величины около 83,9% добывали ярусами, 16,8% – донными тралами, 5,6% – донными сетями, 3,0% – пелагическими тралами, 0,7% – снурреводами.

Из указанных 3,6 тыс. т годового вылова лишь 52,8% добывалось специализированно. Из них 36,1% – при целевом лове белокорого палтуса донными ярусами, 9,8% – при ярусном лове чёрного пал-

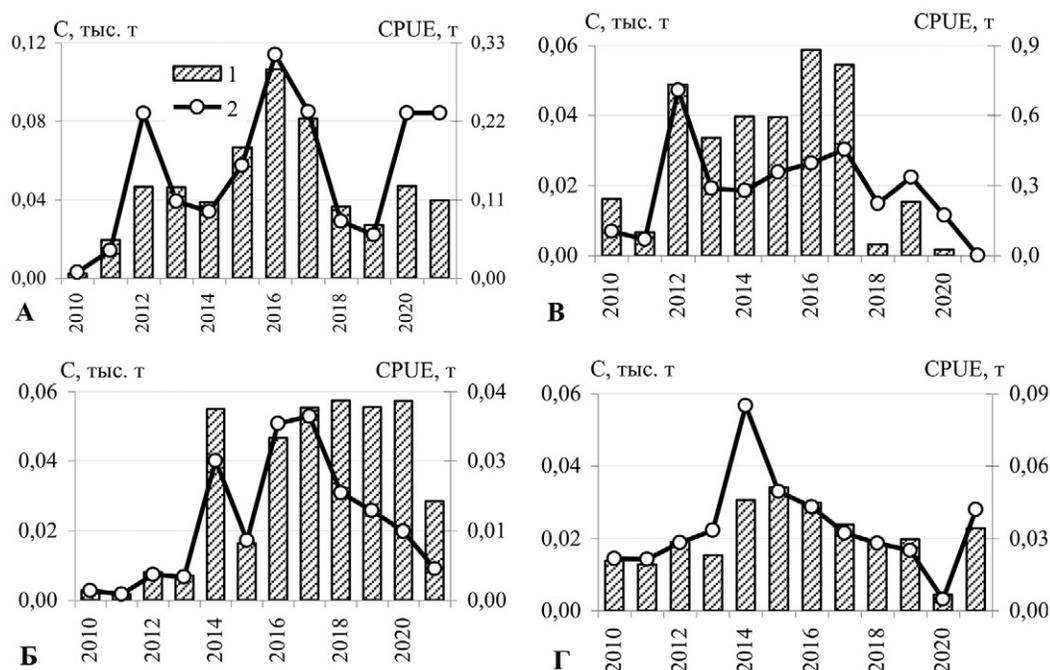


Рис. 19. Межгодовая динамика вылова стрелозубых палтусов (1 – С, тыс. т) и уловов на промысловое усилие (2 – CPUE, тыс. т) в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. Обозначения А – Г как на рис. 16

Fig. 19. Interannual dynamics of the arrowtooth flounders landing (1 – C, thousand tons) and catches per fishing effort (2 – CPUE, thousand tons) in the West Bering Sea zone in 2010–2021. The designations A – Г are similar as in Fig. 16

туса донными ярусами, 2,1% – при сетном лове белокорого палтуса, 1,6% – при сетном промысле чёрного палтуса, 1,6% и 0,8% – при донном траловом лове чёрного и стрелозубого палтуса, соответственно. Почти половина от годового вылова палтусов Западно-Беринговоморской зоны – 1,7 тыс. т вылавливалось в качестве прилова. При этом 89% стрелозубых палтусов вылавливали исключительно как прилов.

Основной вклад в годовые уловы в 2010–2021 гг. обеспечивал белокорый палтус, среднегодовой вылов которого составил около 2,37 тыс. т, вылов чёрного достигал – 0,96 тыс. т, стрелозубых палтусов суммарно – 0,27 тыс. т. При этом, по сравнению с восточной частью моря, в Западно-Беринговоморской зоне наблюдался значительный дисбаланс между долевым соотношением палтусов «в улове» и «в запасе». Максимальный вклад в промысловые ресурсы данного района обеспечивали стрелозубые палтусы, доля которых в общей биомассе достигала 66%, тогда как в годовом вылове не превышала 8%. Напротив, для белокорого палтуса эти показатели были обратными и составляли 13% и 66%.

Исходя из полученных результатов, средние значения коэффициентов эксплуатации для белокорого, чёрного и стрелозубого палтусов Западно-Беринговоморской зоны в 2010–2021 гг. могут быть

оценены на уровне 19%, 5% и 0,4%, соответственно. Из чего следует, что самый малочисленный вид палтусов данного района несёт на себе наибольшую нагрузку, а наиболее распространённые – промыслом практически не используются.

Анализ межгодовой динамики вылова и уловов на усилие для основных видов специализированного промысла белокорого и чёрного палтусов, а также при добыче их в прилове при промысле других объектов, показал их значительное снижение, приближённо начиная с 2012–2017 гг. Для белокорого палтуса уменьшение промысловых показателей было 2–4-кратным, для чёрного, в отдельных случаях, снижение было 7-кратным. Снижение эффективности промысла было настолько заметным, что после 2017 г. практически прекратился специализированный ярусный лов чёрного палтуса и, вероятно, в ближайшее время этот вид в Западно-Беринговоморской зоне будет добываться лишь в качестве прилова.

Полученные результаты косвенно свидетельствуют о сокращении ресурсов двух основных промысловых видов палтусов Западно-Беринговоморской зоны в настоящий момент и, возможно, о необходимости разработки дополнительных мер регулирования, или ограничения их вылова, направленных на стабилизацию их запасов.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## ЛИТЕРАТУРА

- Атлас количественного* распределения нектона в западной части Берингова моря. 2006 / Под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. М.: Изд-во Национальные рыбные ресурсы. 1072 с.
- Балыкин П.А.* 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М.: Изд-во ВНИРО. 143 с.
- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В.* 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. № 1. С. 96–99.
- Борец Л.А.* 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.
- Датский А.В., Андронов П.Ю.* 2007. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 261 с.
- Датский А.В., Яржомбек А.А., Андронов П.Ю.* 2014. Стрелозубые палтусы *Atheresthes* spp. (Pleuronectiformes, Pleuronectidae) и их роль в рыбном сообществе Олюторско-Наваринского района и прилегающих акваториях Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 54. № 3. С. 303–322.
- Дьяков Ю.П.* 1991. Популяционная структура тихоокеанского чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* // Вопросы ихтиологии. Т. 31. Вып. 3. С. 404–414.
- Золотов А.О.* 2011. Распределение и сезонные миграции камбал Карагинского и Олюторского заливов // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 21. С. 73–100.
- Золотов А.О.* 2021. Современный специализированный промысел морских рыб в западной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 201. Вып. 1. С. 76–101.
- Золотов А.О., Мазникова О.А., Дубинина А.Ю.* 2018. Многолетняя динамика запасов чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* в Беринговом море и тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов // Известия ТИНРО. Т. 195. С. 28–47.
- Кулик В.В., Пранц С.В., Будянский М.В., Улейский М.Ю., Файман П.А., Глебов И.И., Глебова С.Ю., Новиков Р.Н.* 2020. Связь запасов чёрного палтуса в Охотском море с факторами внешней среды // Известия ТИНРО. Т. 200. Вып. 1. С. 58–81.
- Кулик В.В., Глебов И.И., Асеева Н.Л., Новиков Р.Н.* 2022. Оценка состояния запаса чёрного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*) в Охотском море // Известия

ТИНРО. Т. 202. Вып. 2. С. 466–497. DOI: 10.26428/1606–9919–2022–202–466–497.

- Мазникова О.А., Новиков Р.Н., Датский А.В., Новикова С.В., Орлов А.М.* 2018. Современное состояние промысла чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) в западной части Берингова моря и у восточного побережья Камчатки // Вопросы рыболовства. Т. 19. № 1. С. 42–57.
- Макрофауна бентали* западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010. 2014. / ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочаров. Владивосток: ТИНРО-Центр. 803 с.
- Новиков Н.П.* 1974. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-сть. 308 с.
- Тупоногов В.Н., Мальцев И.В., Очеретяный М.А.* 2013. Ярусный промысел белокорого палтуса (*Hippoglossus stenolepis*) в Западно-Беринговоморской зоне по данным ресурсных исследований и рыбопромысловой статистики за 1998–2008 гг. // Известия ТИНРО. Т. 175. С. 159–172.
- Фадеев Н.С.* 1987. Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). М.: Агропромиздат. 175 с.
- Шунтов В.П.* 1970. Сезонное распределение чёрного и стрелозубых палтусов в Беринговом море // Известия ТИНРО. Т. 72. С. 391–401.
- Шунтов В.П.* 1971. Некоторые закономерности распределения чёрного и стрелозубых палтусов в северной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т. 75. С. 3–36.
- Alton M. S., Bakkala R. G., Walters G. E., Munro P. T.* 1988. Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides* of the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands Region // Nation. Ocean. and Atmosher. Admin. Techn. Rep. Nation. Mar. Fish. Serv. № 71. 31 p.
- Blood D.M., Matarese A. C., Busby M.S.* 2007. Spawning, egg development, and early life history dynamics of arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) in the Gulf of Alaska // NOAA Professional Papers NMFS. U.S. Department of Commerce Seattle, Washington. 28 p.

## REFERENCES

- Atlas of nekton species quantitative distribution* in the western part of the Bering Sea. 2006. / V.P. Shuntov, L.N. Bocharov ed. Moscow: Publ. National Fish Resources. 1072 p.
- Balykin P.A.* 2006. The state and the resources of fishing in the Western Bering Sea. Moscow: VNIRO Publishing. 143 p.
- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V.* 2007. The geographical informational system CardMaster // Rybnoe Khoziaystvo. № 1. P. 96–99.
- Boretz L.A.* 1997. Bottom ichthyocenes of the Russian Far East Sea shelf: composition, structure, functioning elements and fishery significance. Vladivostok: TINRO-centre. 217 p.
- Datsky A.V., Andronov P.Yu.* 2007. Upper shelf ichthyocenose in the northwestern part of the Bering Sea. Magadan: SVNC DVO RAN, 261 p.
- Datsky A. V., Yarzhombek A. A., Andronov P. Yu.* 2014. Arrowtoothed halibuts *Atheresthes* spp. (Pleuronectiformes, Pleuronectidae) and their role in the fish community

- of Olyutorsky-Navarin region and adjacent areas of the Bering Sea // Journal of ichthyology. V. 54. № 3. P. 303–322.
- Dyakov, Yu.P. 1991. Population structure of the Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* // Journal of Ichthyology. V. 31. № 3. P. 404–414.
- Zolotov, A.O. 2011. Distribution and seasonal migrations of flounders in Karaginsky and Olutorsky gulfs // Research on aquatic biological resources of Kamchatka and the North-West Pacific Ocean. № 21, P. 73–100.
- Zolotov A.O. 2021. Modern specialized fishery of sea fish in the western Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 201. № 1. P. 76–101.
- Zolotov, A.O., Maznikova, O.A., Dubinina, A. Yu. Long-term dynamics of stocks of Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* in the Bering Sea and Pacific waters at Kamchatka and Kuril Islands // Izvestiya TINRO. Vol. 195. P. 28–47.
- Kulik, V.V., Prants, S.V., Budyansky, M.V., Uleysky, M.Y., Fayman, P.A., Glebov, I.I., Glebova, S.Y., and Novikov, R.N. 2020. Relationship of the Greenland halibut stocks in the Okhotsk Sea with environmental factors // Izvestiya TINRO. V. 200. № 1, P. 58–81.
- Kulik V.V., Glebov I.I., Aseeva N.L., Novikov R.N. 2022. Assessment of the stock status for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*) in the Okhotsk Sea // Izvestiya TINRO. V. 202. № 2, P. 466–497. DOI: 10.26428/1606–9919–2022–202–466–497.
- Maznikova O.A., Novikov R.N., Datsky A.V., Novikova S.V., Orlov A.M. 2018. Current state of fisheries for Greenland turbot *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) in the Western Bering Sea and off the Eastern Kamchatka // Problems of fisheries V. 19. № 1. P. 42–57.
- West Bering Sea benthic macrofauna: tables of occurrence, abundance and biomass. 1977–2010. 2014. / Shuntov V.P., Bocharov L.N. ed. Vladivostok: TINRO-centre, 803 p.
- Novikov N.P. 1974. Fisheries of the mainland slope of the North Pacific Ocean. Moscow: Pyshevaya prom-st'. 308 p.
- Tuponogov V.N., Mal'cev I. V., Ocheretyannyj M.A. 2013. Longline fishing of Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) in the West Bering Sea zone according to resource research and fishery statistics in 1998–2008 // Izvestiya TINRO. V. 175. P. 159–172.
- Fadeev N.S. 1987. North Pacific flounder (distribution and biology). Moscow: Agropromizdat. 175 p.
- Shuntov V.P. 1970. Seasonal distribution of Greenland and arrowtooth halibut in the Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 72. P. 391–401.
- Shuntov V.P. 1971. Some distribution patterns of Greenland and arrowtooth halibut in the North Pacific // Izvestiya TINRO. V. 75. P. 3–36.
- Alton M.S., Bakkala R.G., Walters G.E., Munro P.T. 1988. Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides* of the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands Region // Nation. Ocean. and Atmospher. Admin. Techn. Rep. Nation. Mar. Fish. Serv. № 71. 31 p.
- Blood D.M., Matarese A.C., Busby M.S. 2007. Spawning, egg development, and early life history dynamics of arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) in the Gulf of Alaska // NOAA Professional Papers NMFS. U.S. Department of Commerce Seattle, Washington. 28 p.

Поступила в редакцию 25.10.2022 г.  
Принята после рецензии 22.11.2022 г.



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Весенний ихтиопланктон тихоокеанских вод северных Курильских островов

И.Н. Мухаметов, О.Н. Мухаметова, В.Н. Частиков

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СакhНИРО»), ул. Комсомольская, 196, Южно-Сахалинск, 693023

E-mail: moukh00@mail.ru

**Цель** исследований — оценка видового состава ихтиопланктона в весенних сборах у северных Курильских островов и его пространственного распределения.

**Материал и методы:** в основе лежат данные ихтиопланктонных съёмок 2011, 2015 и 2016 гг., траловых съёмок 2011 и 2015 гг., гидрологических съёмок 2015 и 2016 гг. Строили карты распределения рыб на различных стадиях онтогенеза. Для выделения структуры ихтиопланктона в сборах 2015 г. применён кластерный анализ.

**Новизна:** впервые представлены данные по ихтиопланктону, собранные Сахалинским филиалом ВНИРО в 2010-е гг. у северных Курильских островов. Выделены ихтиопланктонные комплексы, и показано их пространственное расположение весной 2015 г.

**Результат:** в ихтиопланктонных сборах отмечены икра и личинки 26 видов рыб, в траловых уловах — 86 видов костистых рыб Teleostei. Доминирующими компонентами ихтиопланктона являлись икринки минтая *Gadus chalcogrammus*, личинки песчанки *Ammodytes hexapterus* и шлемоносных бычков р. *Gymnocanthus*. Большинство массовых в ихтиопланктоне видов входило в число наиболее значимых в траловых уловах. Максимальная численность ихтиопланктона — более 600 экз./м<sup>2</sup>, в районе Северных Курил приходилась на начало мая. Структура ихтиопланктона в апреле-мае 2015–2016 гг. была достаточно сходной — на уровне 60–70%.

**Практическая значимость:** знания основных районов нереста промысловых рыб и мест развития их ранних стадий являются важной составляющей для принятия решений по рациональному использованию сырьевых ресурсов.

**Ключевые слова:** икра рыб, личинки рыб, ихтиопланктонные комплексы, численность, распределение.

## The spring ichthyoplankton of pacific water off northern Kuril Islands

Ilias N. Mukhametov, Olga N. Mukhametova, Valery N. Chastikov

Sakhalin branch of FSBSI «VNIRO» («SakhNIRO»), 196, Komsomolskaya, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

**The aim** of the work is assesment of the species composition and spatial distribution of spring ichthyoplankton in area off northern Kuril Islands.

**Material and methods.** It is based on the data of ichthyoplankton sampling in 2011, 2015 and 2016 yrs, trawl surveys in 2011 and 2015, and hydrological surveys in 2015 and 2016 yrs. Maps of the fish distribution at various stages of ontogenesis were made. Cluster analysis was used to identify the structure of ichthyoplankton in the 2015 collections.

**Novelty.** For the first time, data on ichthyoplankton collected by the SakhNIRO in the 2010s near the northern Kuril Islands are presented. The ichthyoplankton complexes of the spring 2015 are identified and their spatial location is shown.

**Results.** Eggs and larvae of 26 fish species were identified in ichthyoplankton collection, 86 species of teleosts were noted in trawl catches. The dominant components of ichthyoplankton were the walleye pollock eggs *Gadus chalcogrammus*, the larvae of the Pacific sand lance *Ammodytes hexapterus* and the larvae of sculpins gen. *Gymnocanthus*. Most species abundant in ichthyoplankton were among the most significant in trawl catches. The maximum abundance of ichthyoplankton, more than 600 ind./m<sup>2</sup>, in the area of the Northern Kuril occurred at the beginning of May. The structure of ichthyoplankton in April-May of 2015–2016 was quite similar, at the level of 60–70%.

**Practical significance.** Knowledge of the main spawning areas of commercial fish and the places of development of their early stages is an important component for making decisions on the rational use of biological resources.

**Keywords:** eggs, larvae, ichthyoplankton complexes, abundance, distribution.

## ВВЕДЕНИЕ

Исследования ихтиопланктона, выполняемые рыбохозяйственными научными организациями, традиционно направлены на оценку нерестовых запасов промысловых рыб [Фадеев, 1999; Van der Lingen, Nuggett, 2003; Авдеев, Овсянников, 2006; Овсянников, Пономарев, 2014]. Кроме пелагофильных рыб пелагическую стадию развития проходят многие виды, имеющие донную икру.

Наиболее полно ихтиопланктон в районе Северных Курил был описан В.А. Мухачевой [1959] по материалам весенне-летних экспедиций 1938–1954 гг. Ею было представлено распределение икры и личинок 7 видов рыб. Распределение икры и личинок некоторых видов камбал были описаны Т.А. Перцевой-Остроумовой [1961]. Вблизи о. Парамушир отмечены икра и личинки тихоокеанской трески<sup>1</sup>, минтая, четырёхбугорчатой, узкозубой палтусовидной, северной палтусовидной, звездчатой и двухлинейной камбал. Икрометание этих видов в основном происходит весной и в начале лета. Вблизи о. Онекотан в весенний период в ихтиопланктоне встречались также личинки керчаков р. *Myoxocephalus*, песчанки и люмпенов *Lumpenus sp.*

Район северных Курильских островов является местом размножения и развития икры и личинок минтая [Горбунова, 1954; Антонов, 1991, 2011; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Буслов, Тепнин, 2007]. Пик нереста минтая приходится на апрель–май.

Нерест узкозубой палтусовидной камбалы происходит с апреля до конца июня. Личинки встречаются в течение всего летнего периода [Перцева-Остроумова, 1961].

Основным промысловым видом камбаловых в районе исследований является двухлинейная камбала. Нерест длится с февраля по май. В период нереста скопления этого вида локализованы в диапазоне глубин от 100 до 210 м [Бирюков, 1995]. Двухлинейная камбала в отличие от большинства других камбал имеет донную икру. Личинки появляются в апреле и встречаются до июля.

Достаточное обширное распределение имеет икра четырёхбугорчатой камбалы. Икринки облавливаются как с охотоморской, так и с тихоокеанской стороны о. Парамушир с мая по июнь до глубины 1310 м [Перцева-Остроумова, 1961]. Личинки появляются в планктоне в июне.

В прибрежной зоне северных Курильских островов происходит икрометание хоботной камбалы *Myzopsetta proboscidea*. Известно, что в период не-

реста этот вид держится над глубинами до 40 м [Перцева-Остроумова, 1961].

Современные работы по ихтиопланктону сосредоточены преимущественно на оценке численности икры минтая. Анализ многолетних данных позволил выделить глубоководные и шельфовые нерестилища минтая, а также провести их типизацию [Буслов, Тепнин, 2007; Золотов и др., 2012]. Кроме того, у Восточного побережья Камчатки оценено распределение икры четырёхбугорчатой и узкозубой палтусовидной камбал [Овчеренко, Саушкина, 2021]. Таких данных для Северных Курил нет.

Цель данной работы оценить видовой состав и его пространственное распределение у северных Курильских островов в современный период.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для работы послужили сборы проб икры и личинок рыб, выполненные ихтиопланктонной сетью ИКС-80 с площадью входного отверстия 0,5 м<sup>2</sup> в диапазоне глубин от 44 до 700 м. Облавливали слой от 200 м до поверхности, или от дна до поверхности, при меньшей глубине. Уловы планктона фиксировали 4% формалином. Информация о выполненных ихтиопланктонных съёмках представлена в табл. 1. Исследования в 2011 г. выполнялись на НИС «Профессор Пробатов», в 2015 и 2016 гг. на НИС «Дмитрий Песков».

Таблица 1. Даты, районы выполнения и количество ихтиопланктонных станций

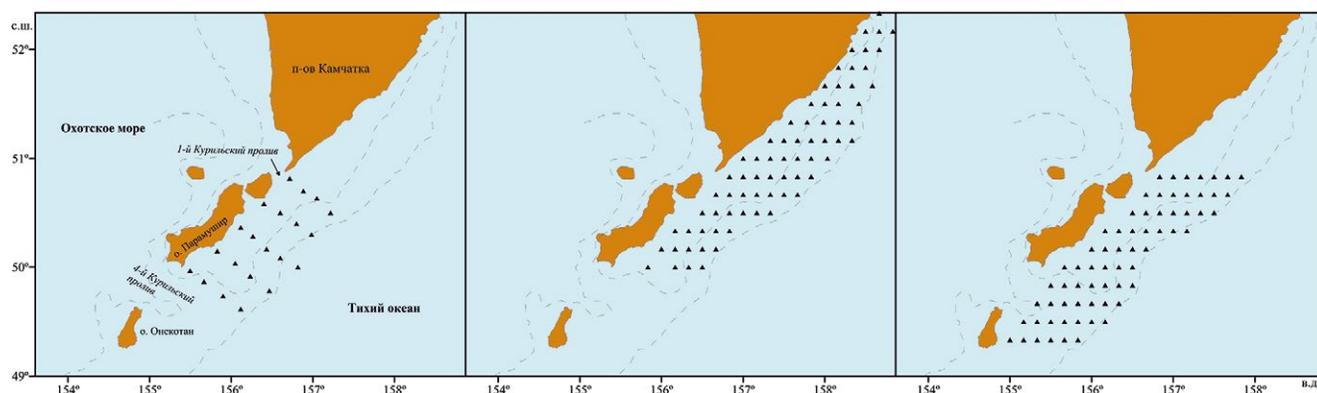
Table 1. Ichthyoplankton survey: data, area and number of stations

Год	Район	Даты выполнения	Количество станций
2011	Северные Курилы	29–30 марта	21
2015	Северные Курилы	26–27 апреля	35
2015	Восточная Камчатка	27–29 апреля	37
2015	Северные Курилы	29 апреля – 2 мая	35
2016	Северные Курилы	3–10 мая	66

В 2015 г. съёмка состояла из двух этапов, на первом из которых были собраны пробы как у Курильских островов, так и у Камчатки, а на втором этапе были продублированы станции только у Курил. Схема ихтиопланктонных станций в различные годы показана на рис. 1.

Для видовой идентификации использовали ключи и описания, приводимые в атласах и определителях ихтиопланктона дальневосточных морей и сопредельных акваторий [An atlas..., 1988; Matarese et al., 1989, Григорьев, 2007; Соколовский, Соколовская, 2008].

<sup>1</sup> Полные латинские названия видов приводятся в табл. 3 (ред.)



**Рис. 1.** Схема иктиопланктонных станций в 2011 г. (слева) в 2015 г. (в центре) и в 2016 г. (справа). Здесь и далее пунктирной линией нанесены изобаты 100 и 500 м

**Fig. 1.** Map of the ichthyoplankton stations: in 2011 (left), in 2015 (middle), in 2016 (right). Dash lines represented 100 m and 500 m isobates (here and further)

Иктиопланктонные сборы 2015 и 2016 гг. сопровождалась океанографическими исследованиями, которые были выполнены по стандартным методикам [Руководство..., 1977].

Для характеристики распределения половозрелых рыб, чьи ранние стадии развития были массово представлены в сборах планктонных сетей, нами была использована информация, полученная в ходе донных траловых съёмок 2011 и 2015 гг.

В 2011 г. траловую съёмку выполняли с 2 по 28 марта на 92 станциях; в 2015 г. – с 21 марта по 14 апреля на 61 станции (рис. 2). Для облова рыб использовался донный трал ДТ 30/25 с вертикальным раскрытием 4–6 м, горизонтальным – 18 м.

Для анализа видового разнообразия применяли кривые «доминирования -разнообразия». Индекс сходства  $S$  определяли по формуле Сьеренсена [Одум, 1986], используемой, в том числе, для сравнения видовых списков иктиоценов [Терехов, 1994]:

$$S = \frac{2c}{a + b} \times 100\%,$$

где  $a, b$  – количество видов в сравниваемых выборках;  $c$  – количество общих видов.

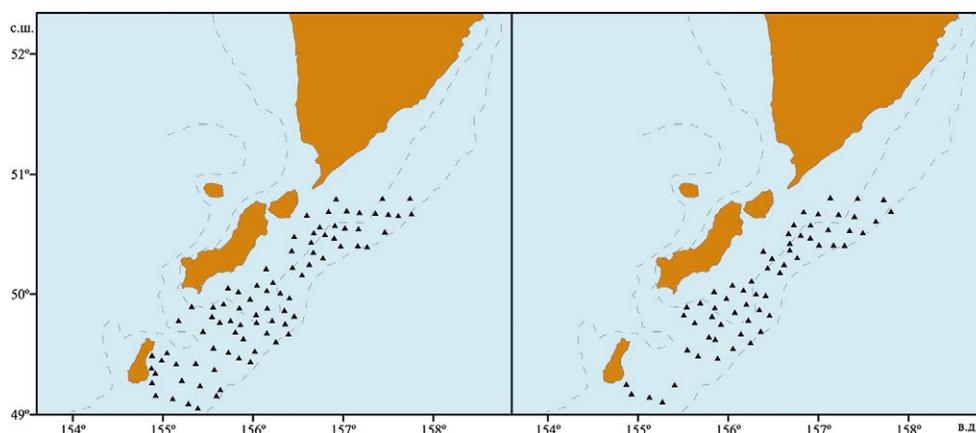
Для выделения иктиопланктонных комплексов выполнен кластерный анализ в программе Statistica 10. Использовано Евклидово расстояние, метод невзвешенных попарных средних.

Список видов приведён в соответствии с классификацией Эшмайра [Fricke et al., 2021]. Зоогеографическая и биотопическая характеристика видов дана по литературным источникам [Шейко, Фёдоров, 2000].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Условия среды

Водный режим исследуемого района достаточно динамичен. Постоянный поток, затрагивающий всю



**Рис. 2.** Схема траловых станций в 2011 г. (слева) и в 2015 г. (справа)

**Fig. 2.** Map of the trawl stations: in 2011 (left), in 2015 (right)

толщу воды в пределах шельфа, у побережья Восточной Камчатки и Северных Курил, имеет юго-западное направление. Периодические приливоотливные течения имеют неправильный суточный цикл [Храпченков, 1989; Балыкин, Тепнин, 1998]. Кроме того, вдоль Восточной Камчатки генерируются относительно устойчивые антициклонические и циклонические вихри разного знака, связанные с особенностями рельефа. Отопляющее действие оказывает подъём глубинных тихоокеанских вод [Буслов, Тепнин, 2007].

По данным океанографических исследований, в 2015 и 2016 гг. наблюдался характерный для данного района гидрологический режим (рис. 3). В 2015 г. прослеживался поток, направленный в Четвёртый Курильский пролив, два потока вдоль полуострова Камчатка, а также вихри противоположного знака. В 2016 г. Восточно-Камчатское течение регистрировали над свалом глубин. Часть потока в районе Четвёртого Курильского пролива сворачивала в западном направлении у южной границы о. Парамушир и следовала в Охотское море.

Солёность в поверхностном слое изменялась незначительно. На глубине 10 м и более было отмечено увеличение солёности на южных станциях вблизи о. Парамушир.

По термическим характеристикам поверхностного слоя 2016 г. был холоднее, чем 2015 г. (табл. 2).

### Характеристика ихтиопланктона

За три года исследований в ихтиопланктоне Северных Курил были отмечены икра и личинки 26 видов рыб из 12 семейств (табл. 3). Наибольшее количество видов (24) было представлено в 2015 году, наименьшее (4), в 2011 году.

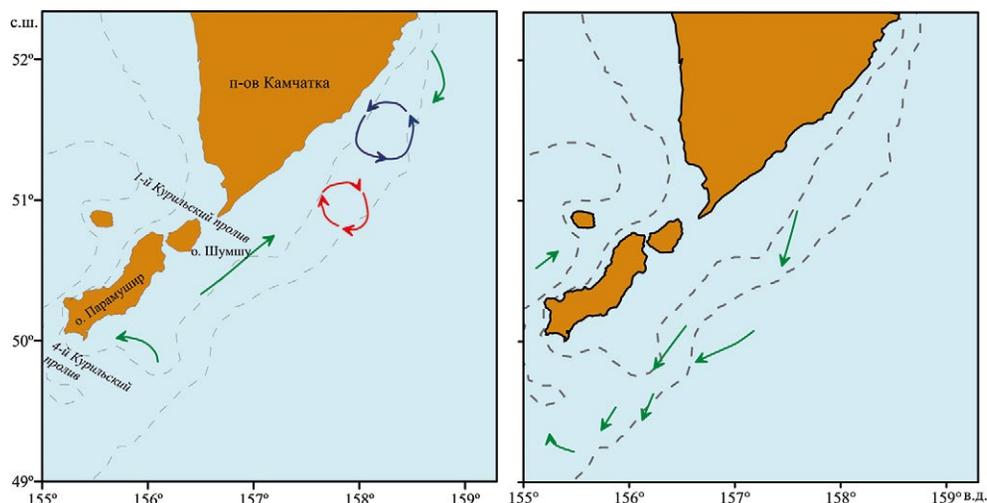
В составе северокурильского ихтиопланктона преобладали виды, относящиеся к элиторальной биотопической категории. Доля данной группы в общем видовом списке встреченного ихтиопланктона составляла более 75%. В зоогеографическом плане среди видов, отмеченных в наших весенних сборах, преобладали широкобореальные тихоокеанские (чуть менее 45%), арктическо-бореальные (около четверти), и широкобореальные приазиатские (20%). Нерест осуществляли рыбы двух зоогеографических категорий — широкобореальные тихоокеанские и арктическо-бореальные.

Индексы сходства видовых списков (с учётом форм ихтиопланктона, когда, к примеру, икринки и личинки минтая принимались за самостоятельные единицы сравняемых выборок) по данным весенней съёмки 2011 г. с аналогичными работами 2015 и 2016 гг. оказались невысокими, 20,7 и 22,2, соответственно, в то время как 2015 и 2016 гг. имели индекс более 61,5%. Сравняя отдельные съёмки,

**Таблица 2.** Средняя температура (Т) и солёность (S) в поверхностном слое в 2015 и 2016 гг.

**Table 2.** Mean of temperature (T) and salinity (S) at sea surface in 2015 and in 2016 years

Дата съёмки	T, °C	S, psu
2015 г., 26–27 апреля	1,3–2,1	32,6–32,8
2015 г., 29 апреля – 2 мая	1,9–2,2	32,8
2016 г., 3–10 мая	–0,2–0,9	32,4–32,8



**Рис. 3.** Основные потоки, регистрируемые по распределению динамических высот в 2015 (слева) и 2016 (справа) гг.

**Fig. 3.** Main flows registered by distribution of dynamics height: in 2015 (left), in 2016 (right)

**Таблица 3.** Видовой состав, частота встречаемости и доля от общей численности весеннего иктиопланктона в тихоокеанских водах северных Курильских островов

**Table 3.** Species composition, frequency of occurrence and the share of species in the total abundance of spring ichthyoplankton of pacific water off northern Kuril Islands

Вид	Фаза развития	Категория		Частота встречаемости, %			Доля от общей численности, %		
		Биотопическая	Зоогеографическая	2011	2015	2016	2011	2015	2016
Сем. Bathylagidae									
<i>Leuroglossus schmidti</i> Rass, 1955 – дальневосточная серебрянка	личинки	М	ШБТО		12,9	10,6		0,051	0,042
Сем. Gadidae									
<i>Eleginus gracilis</i> (Tilesius, 1810) – дальневосточная навага	личинки	Э	АБ		4,3			0,026	
<i>Gadus macrocephalus</i> Tilesius, 1810 – тихоокеанская треска	личинки	Э	ШБТО		7,1	3,0		0,034	0,009
<i>Gadus chalcogrammus</i> Pallas, 1814 – минтай	икра личинки	Э	ШБТО	61,9	98,6	100	63,287	94,965	98,902
Сем. Stichaeidae									
<i>Leptoclinus maculatus</i> (Fries, 1838) – пятнистый люмпен	личинки	Э	АБ		4,3			0,013	
Сем. Pholidae									
<i>Rhodymenichthys dolichogaster</i> (Pallas, 1814) – длиннобрюхий маслюк	личинки	Л	АБ		1,4			0,004	
Сем. Sebastidae									
<i>Sebastes aleutianus</i> (Jordan et Evermann, 1898) – алеутский морской окунь	личинки	М	ШБТО			1,5			0,005
<i>Sebastes alutus</i> (Gilbert, 1890) – тихоокеанский морской окунь	личинки	М	ШБТО		1,4			0,004	
Сем. Cottidae									
<i>Gymnocanthus detrisus</i> Gilbert et Burke, 1912 – широколобый шлемоносец	личинки	Э	ШБПА		30,0	15,2		0,441	0,086
<i>Gymnocanthus galeatus</i> Bean, 1881 – узколобый шлемоносец	личинки	Э	ШБТО		21,4	6,1		0,222	0,028
<i>Gymnocanthus herzensteini</i> Jordan et Starks, 1904 – шлемоносец Герценштейна	личинки	Э	ШБПА		10,0	4,5		0,056	0,014
<i>Muhocephalus jaok</i> (Cuvier, 1829) – керчак-яок	личинки	Э	ШБПА		1,4			0,004	
<i>Triglops forficatus</i> (Gilbert, 1896) – вильчатохвостый триглопс	личинки	Э	ВБТО		4,3	1,5		0,013	0,005
<i>Triglops scepticus</i> Gilbert, 1896 – большеглазый триглопс	личинки	Э	ШБПА		1,4			0,004	

Вид	Фаза развития	Категория		Частота встречаемости, %			Доля от общей численности, %		
		Биотопическая	Зоогеографическая	2011	2015	2016	2011	2015	2016
сем. Psychrolutidae									
<i>Malacocottus zonurus</i> Bean, 1890 – черноперый бычок	личинки	МБ	ШБТО		1,4			0,004	
Сем. Agonidae									
<i>Sarritor frenatus</i> (Gilbert, 1896) – тонкохвостая лисичка	личинки	Э	ШБПА		1,4			0,004	
Сем. Liparidae									
<i>Liparis latifrons</i> Schmidt, 1950 – продольно-полосатый липарис	личинки	Э	ШБТО		1,4			0,004	
<i>Liparis tessellatus</i> (Gilbert & Burke, 1912) – шахматный липарис	личинки	Э	НБПА		2,9			0,009	
<i>Liparis</i> sp.	личинки			4,8	4,3		0,154	0,017	
Сем. Ptilichthyidae									
<i>Ptilichthys goodei</i> Bean, 1881 – птилихт Гуда	личинки	Э	ШБТО		1,4			0,004	
Сем. Ammodytid/Сae									
<i>Ammodytes hexapterus</i> Pallas, 1814 – тихоокеанская песчанка	личинки	Э	АБ	23,8	40,0	9,1	1,997	3,662	0,250
Сем. Pleuronectidae									
<i>Hippoglossoides elassodon</i> Jordan et Gilbert, 1880 – узкозубая палтусовидная камбала	икра	Э	ШБТО		20,0	25,8		0,128	0,224
<i>Hippoglossoides robustus</i> Gill & Townsend 1897 – северная палтусовидная камбала	икра	Э	АБ			3,0			0,009
<i>Lepidopsetta polyxystra</i> Orr et Matarese, 2000 – северная двухлинейная камбала	икра*	Э	ВБТО	76,2			34,562		
	личинки				11,4	15,2		0,124	0,180
<i>Platichthys stellatus</i> (Pallas, 1787) – звёздчатая камбала	икра	СЛ	АБ		1,4			0,004	
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i> Pallas, 1814 – четырехбугорчатая камбала	икра	Э	ШБТО		32,9	28,8		0,154	0,243
Итого видов				4	24	13			

Условные обозначения: биотопическая категория: Л – литоральные, СЛ – сублиторальные, Э – элиторальные, М – мезопелагические, МБ – мезобентальные; зоогеографическая категория: АБ – арктическо-бореальные, ВБТО – высокобореальные тихоокеанские, ШБПА – широкобореальные приазиатские, ШБТО – широкобореальные тихоокеанские, НБПА – низкобореальные приазиатские

\* Вид обладает донной икрой, но во время съёмки шёл активный нерест, в пробах было много чешуи камбал.

выполненные в водах Северных Курил (в 2015 году было выполнено два последовательных сбора ихтиопланктона), можно видеть, что сходство между видовыми списками 2011 года с другими этапами работ оставалось невысоким; между первым и вторым этапами исследований 2015 года, а также первой съёмкой 2015 и 2016 гг. было около 60%. Наиболее высокое сходство видовых списков и форм ихтиопланктона наблюдалось между вторым этапом 2015 г. и съёмкой 2016 г. – почти 73% (табл. 4). Сравнение видового состава ихтиопланктона у побережья Восточной Камчатки и северных Курильских островов по результатам съёмки 2015 г. дало относительно высокие значения индекса Сьеренсена, возрастающие от первого (58%) ко второму этапу (65%), что свидетельствует о связи ихтиопланктонного сообщества обследованного района.

Минимальная численность ихтиопланктона пришлась на март 2011 г. – 62 экз./м<sup>2</sup>. В 2015 г. на первом этапе исследований средняя концентрация ихтиопланктона у побережья Северных Курил (192 экз./м<sup>2</sup>) была значительно ниже, чем у Восточной Камчатки (1245 экз./м<sup>2</sup>). Через неделю было отмечено увеличение численности более чем в три раза – до 634 экз./м<sup>2</sup>, что могло быть следствием активного нереста минтая у Курильских островов, а также южного дрейфа ихтиопланктона от восточнокамчатских берегов. Близкое значение численности ихтиопланктона в водах Северных Курил получено в аналогичный период 2016 г. – 655 экз./м<sup>2</sup>.

Отмечено увеличение доли икры минтая в общей численности ихтиопланктона с 63% в марте до 96–99% в конце апреля – начале мая, что связано с активным нерестом минтая в этот период. Только у побережья о. Парамушир в конце апреля было отмечено увеличение относительной численности личинок песчанки до 17% и, соответственно, снижение численности икры минтая до 78%. В суммарной численности икры с конца апреля на долю минтая приходилось

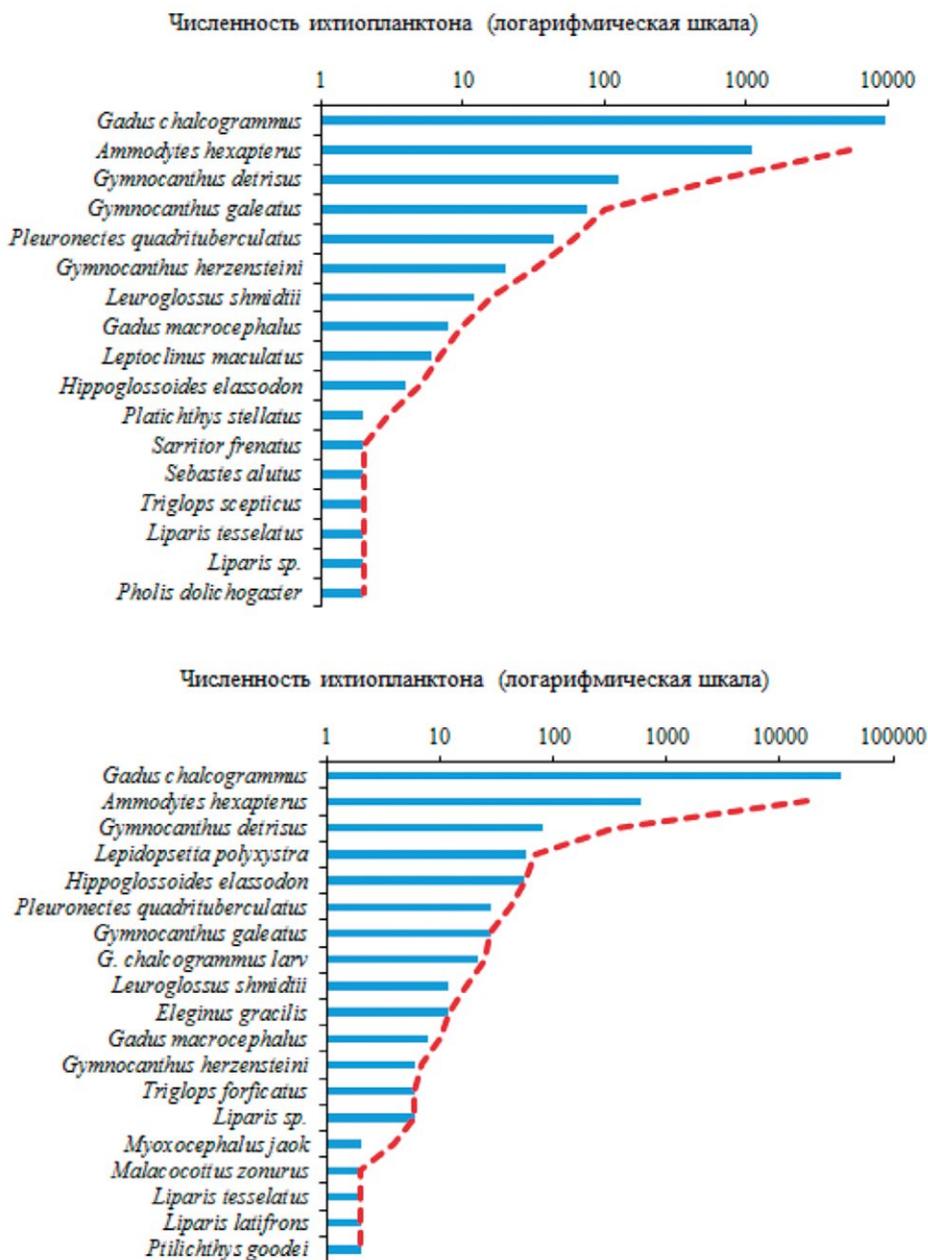
более 99% как у северных Курильских островов, так и у Восточной Камчатки. В марте относительная численность икры минтая составляла 65%.

Разнообразие личинок рыб возрастало к концу апреля. В районе северных Курильских островов во все годы высокую относительную численность имели личинки песчанки. В марте 2011 г. их вклад в суммарную численность личинок достигал почти 93%, к концу апреля снижался до 81%. В начале мая были отмечены межгодовые различия в относительной численности личинок песчанки. В 2015 г. численность личинок достигала 76%, в аналогичный период 2016 г. не превышала 41% за счёт увеличения доли личинок двухлинейной камбалы до 29%. Для камчатских вод было характерно преобладание в личиночном составе шлемоносных бычков, на долю которых приходилось почти 79%. У Северных Курил в это время шлемоносные бычки составляли 13,5–16%. В целом, в прикурильских водах, в составе весеннего ихтиопланктона доминировали икринки минтая, узкозубой палтусовидной и четырёхбугорчатой камбал, личинки песчанки, некоторых видов рогатковых Cottidae и мезопелагической серебрянки *Leuroglossus schmidti*.

Кривые «доминирования-разнообразия» используют для оценки богатства и относительного обилия видов в природных системах: чем круче падает кривая, тем меньше общее разнообразие (в смысле выравненности) и сильнее доминирование одного или нескольких видов. В стрессовых ситуациях независимо от того, вызваны ли они естественными причинами (погодными условиями) или антропогенным воздействием (загрязнения), кривая становится более крутой [Лебедева и др., 2002]. По нашим данным, кривые «доминирования-разнообразия» ихтиопланктона на первом и втором этапах съёмки 2015 г. довольно круто снижаются, но крутизна обусловлена, в основном, доминированием икры минтая, по причине его активного нереста в период сбора материала. При исключении данной формы ихтиопланктона

Таблица 4. Матрица сходства видового состава ихтиопланктона, %  
 Table 4. Matrix of the ichthyoplankton similarity, %

Район	Съёмка	Северные Курилы			Восточная Камчатка	
		2011	2015, этап 1	2015, этап 2	2016	2015
Северные Курилы	2011					
	2015, этап 1	28,6				
	2015, этап 2	26,1	61,1			
	2016	22,2	58,1	72,7		
Восточная Камчатка	2015	24,0	57,9	65,0	51,4	



**Рис. 4.** Кривая «доминирования-разнообразия» иктиопланктона в 2015 г. (слева – первый этап, справа – второй этап)  
**Fig. 4.** Dominance-diversity curves of ichthyoplankton in 2015 (the first stage of survey – left, the second stage – right)

кривая приобретает довольно пологий S-образный вид, соответствующий ненарушенным сообществам с относительно высоким видовым разнообразием (рис. 4).

#### Пространственное распределение

На распределение иктиопланктона, кроме различий в расположении нерестовых участков разных видов рыб, значительное влияние оказывали гидрологические условия. В этом плане достаточно показательным было пространственное распределение наиболее

многочисленной икры минтая. В 2015 г. центр нереста минтая с плотностью икры на I стадии более 2000 шт./м<sup>2</sup> находился у юго-восточного побережья Камчатки на глубинах около 100 м. Вынос икры происходил в юго-восточном направлении. Икра на II и последующих стадиях задерживалась в пределах антициклонического круговорота на глубинах 250–450 м. Плотность икры на II и III стадиях в районе вихревой структуры превышала 5000–6000 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Отсюда происходил незначительный вынос икры в юго-западном направлении (рис. 5).

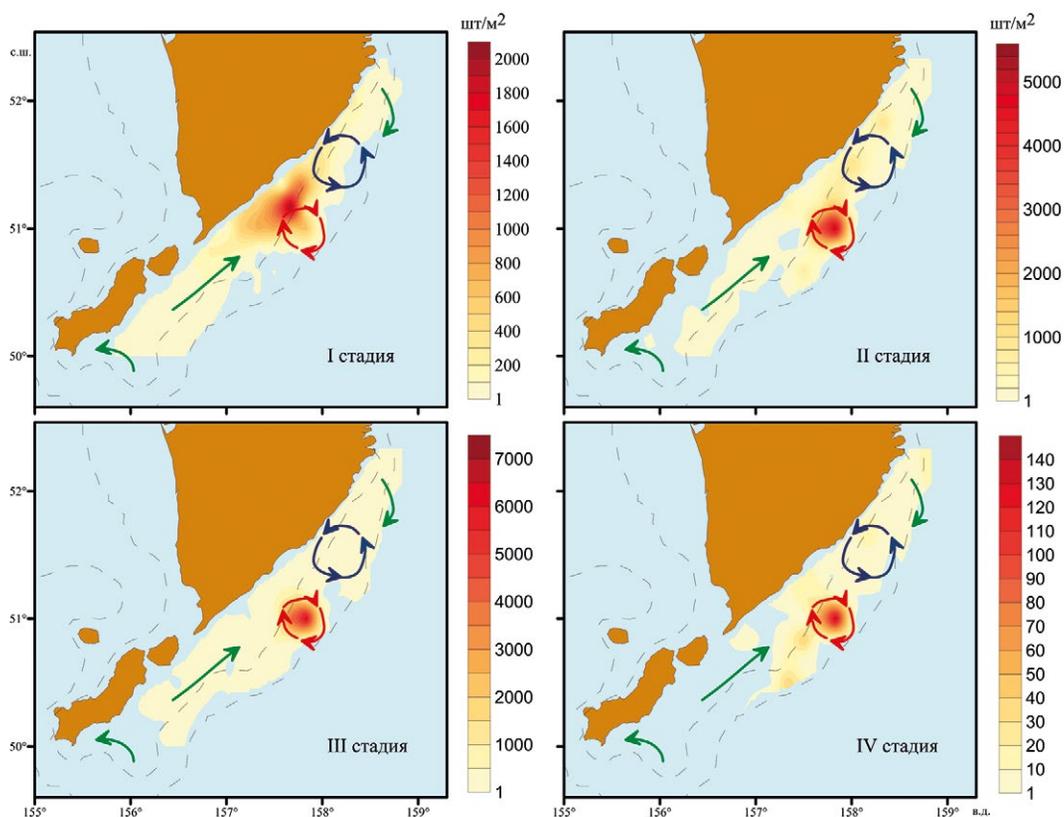


Рис. 5. Распределение икры минтая на разных стадиях развития в 2015 г.  
 Fig. 5. Distribution of the walleye pollock eggs on various developmental stages in 2015

По типизации шельфового нереста [Буслов, Тепнин, 2007] 2015 г. относился к периодам с центральным расположением основных нерестилищ минтая, что характерно для периодов со средним уровнем запасов.

При низких температурах воды переход основной массы икры на последующие стадии происходил достаточно медленно. Если пренебречь некоторыми межгодовыми различиями в наступлении нерестового периода, то в марте в районе Северных Курил около

86% приходилось на начальные стадии развития (I и II). Через месяц доля ранних стадий сокращалась примерно на 20–30%, как у Северных Курил, так и у Восточной Камчатки, составляя около 56–64%. Примерно на столько же увеличивалась доля III стадии. Икра на IV стадии в марте отсутствовала, к концу апреля – началу мая её доля не превышала 1–2% (табл. 5).

Максимально высокие плотности икры минтая – более 12500 шт./м<sup>2</sup>, формировались у побережья Камчатки очень локально. Остальная акватория по дан-

Таблица 5. Соотношение икры минтая на разных стадиях развития (%)  
 Table 5. The ratio of the walleye pollock eggs on various developmental stages (%)

Район	Стадии развития			
	I	II	III	IV
2011 г.				
Северные Курилы, конец марта	42,0	46,1	11,9	
2015 г.				
Восточная Камчатка, конец апреля	23,8	39,7	35,6	0,9
Северные Курилы, конец апреля	23,5	32,0	42,4	2,1
Северные Курилы, начало мая	21,5	41,2	35,5	1,8
2016 г.				
Северные Курилы, начало мая	31,7	44,0	23,7	0,6

ному показателю была сопоставима с районом Северных Курил. В 2015 г. в районе о. Парамушир икра минтая на I стадии развития была сосредоточена над глубинами 50–80 м. Её плотность не превышала 200–260 шт./м<sup>2</sup>. Это икра появлялась на местных северокурильских нерестилищах. Одновременно на глубинах более 200 м регистрировали высокие плотности икры около 1000–1300 шт./м<sup>2</sup>, на II и III стадиях, которая являлась заносной и переносилась в водах Восточно-Камчатского течения.

В 2016 г. на нерестилищах в районе о. Парамушир, располагавшихся преимущественно на изобатах около 50–100 м плотность икры минтая достигала 5000–6500 шт./м<sup>2</sup>. Почти вся икра удерживалась на глубинах до 200 м. Значительный вынос за пределы нерестилищ отсутствовал, что может указывать на стабильность районов развития икры, поддерживаемую, вероятно, локальной гидродинамикой. Скопления икры в районе о. Парамушир имели чёткие границы, отделяющие северокурильский район развития от вод Восточной Камчатки. Если в 2015 году максимальные концентрации икры были на самом северном разрезе в пределах Северо-Курильской зоны и объединялись с икрой у Восточной Камчатки, то в 2016 году максимальные концентрации икринок наблюдались у побережья о. Парамушир, а на северном разрезе плотность под квадратным метром была низкой.

Как было отмечено выше, в составе ихтиопланктона численно доминировали икринки минтая. Съёмка 2011 г. была выполнена до начала его активного нереста в районе исследований. Небольшие скопления икринок минтая располагались на внешнем шельфе острова Парамушир и к юго-востоку от п-ва Камчатка. Участки данных скоплений не совпадали с распреде-

лением минтая, выявленным по результатам донной траловой съёмки. В 2015 и 2016 гг. ихтиопланктонные сборы выполнялись в период массового икрометания. Основные скопления икринок в 2015 г. были сосредоточены в шельфовой зоне вдоль всего побережья о-вов Парамушир и Шумшу и в мористой части у северной границы рыбопромысловой зоны, в районе повышенных скоплений взрослого минтая. В 2016 г. икринки минтая распределялись, в основном, в пределах шельфовых вод о-вов Парамушир и Шумшу (рис. 6).

Средняя плотность распределения икринок минтая на акватории выполненных исследований в 2011 г. составляла 39 штук под одним квадратным метром поверхности, в 2015 г. – 988 шт. (при выполнении второго этапа съёмки), в 2016 г. – 648 шт.

Вторым по массовости представителем ихтиопланктона в весенних съёмках являлись личинки песчанки. Данный вид, в силу своего поведения и морфологических особенностей, практически отсутствует в траловых уловах, поэтому ниже представлено лишь распределение пелагических личинок песчанки. Видно, что основным районом нахождения личинок являются шельфовые воды о-ва Шумшу и юго-восточного побережья Камчатки. В 2015 г. наблюдался вынос личинок в надсваловую зону в северной части района, и сосредоточение их, как и икринок минтая, в пределах наблюдавшегося круговорота. В 2016 г. личинки песчанки преобладали южнее, в шельфовой зоне средней и южной части о. Парамушир (рис. 7), что также хорошо согласовывалось с имеющимися сведениями по направлению течений в этот период.

В 2015 и 2016 гг. в сборах были отмечены личинки двухлинейной камбалы. В 2015 г. повышенная

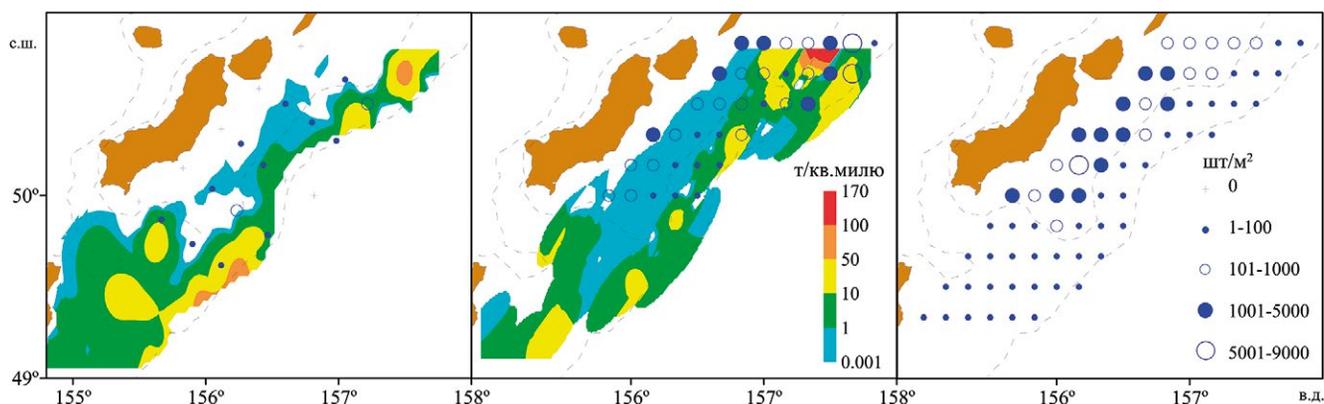


Рис. 6. Распределение икринок минтая и взрослых рыб в 2011 г. (слева), в 2015 г. (в центре) и икринок минтая в 2016 г. (справа). Икринки – шт./м<sup>2</sup>, биомасса рыб – т/миля<sup>2</sup>

Fig. 6. Distribution of the walleye pollock eggs and adult fishes in 2011 (left), 2015 (middle) and eggs of walleye pollock in 2016 (right). Eggs – ind./m<sup>2</sup>, fish biomass – t/mile<sup>2</sup>

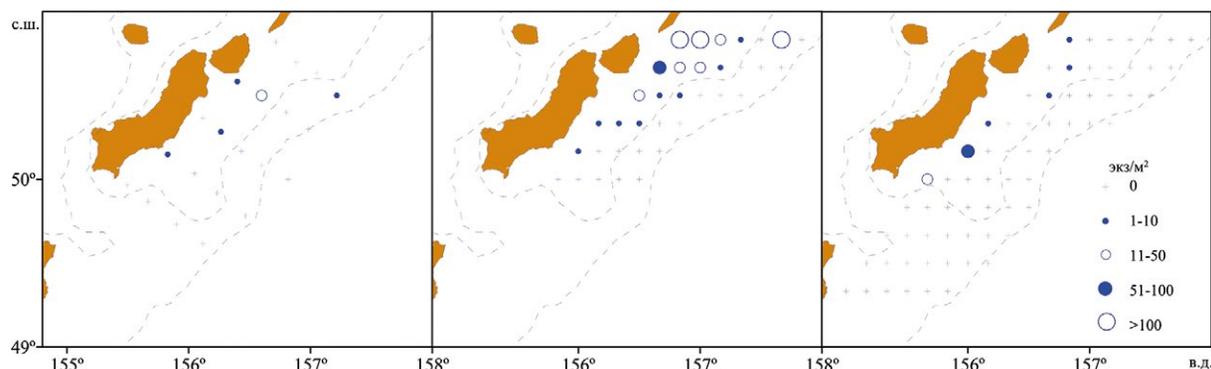


Рис. 7. Распределение личинок песчанки (экз./м<sup>2</sup>) в 2011 г. (слева), в 2015 г. (в центре) и в 2016 г. (справа)

Fig. 7. Distribution of the Pacific sand lance larvae (ind./m<sup>2</sup>) in 2011 (left), in 2015 (middle), in 2016 (right)

численность личинок наблюдалась на траверзе Второго Курильского пролива, где были сосредоточены скопления взрослой камбалы, а в 2016 г. небольшое количество личинок было отмечено на траверсе Четвёртого Курильского пролива (рис. 8). Данные также

хорошо согласовываются с представленными выше схемами геострофических течений, когда в 2015 г. был выраженный поток вод в северо-восточном направлении в районе Второго Курильского пролива, и поток, направленный от шельфа о. Парамушир и от

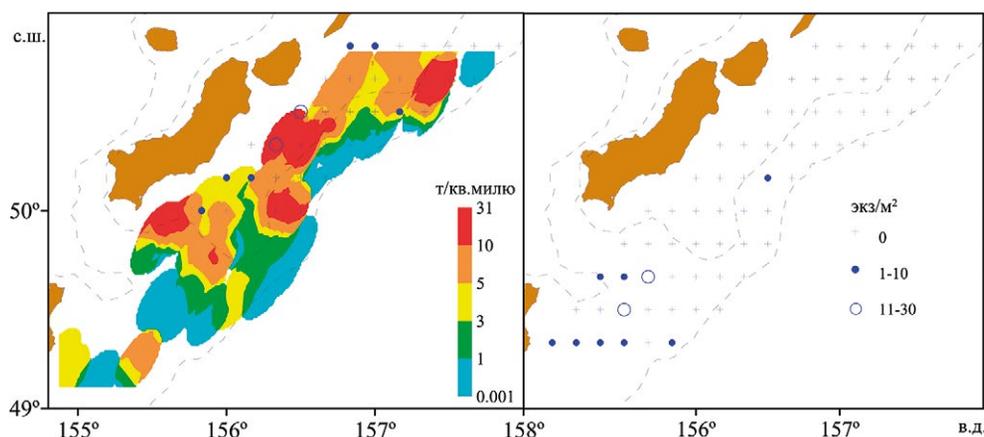


Рис. 8. Распределение двухлинейной камбалы: личинок и взрослых рыб в 2015 г. (слева) и личинок в 2016 г. (справа). Личинки – шт./м<sup>2</sup>, биомасса рыб – т/миля<sup>2</sup>

Fig. 8. Distribution of the northern rock sole: larvae and adults in 2015 (left), larvae in 2016 (right). Larvae – ind./m<sup>2</sup>, fish biomass – t/mile<sup>2</sup>

его присвальной зоны в Четвёртый Курильский пролив в 2016 г.

Активный нерест, в период массового икремента минтая, наблюдается у ряда представителей камбаловых. Ниже показано распределение икринок и взрослых особей узкозубой палтусовидной камбалы. Как и для других групп иктиопланктона, пространственное распределение икры палтусовидной камбалы больше связано с наблюдавшимися течениями и круговоротами, чем с локализацией скоплений взрослых особей своего вида. В 2015 г. основные концентрации икринок были отмечены в шельфовой зоне центральной части о. Параму-

шир, а в 2016 г. они превалялись у юго-восточной оконечности Камчатки (рис. 9). Количество икринок под 1 м<sup>2</sup> в 2015 г., в среднем, равнялось 1,6 шт., в 2016 г. – 1,5 шт.

Икринки четырёхбугорчатой камбалы распределялись в северной части исследованного района, при этом в 2015 г. наблюдался их вынос за пределы шельфовых вод у побережья Камчатки, что мы видели и для личинок песчанки, а в 2016 г. они были сконцентрированы в пределах внутреннего шельфа от побережья Камчатки до Второго Курильского пролива (рис. 10). Численность икринок под 1 м<sup>2</sup> в 2015 г., в среднем, равнялась 1,3 шт., в 2016 г. – 1,6 шт.

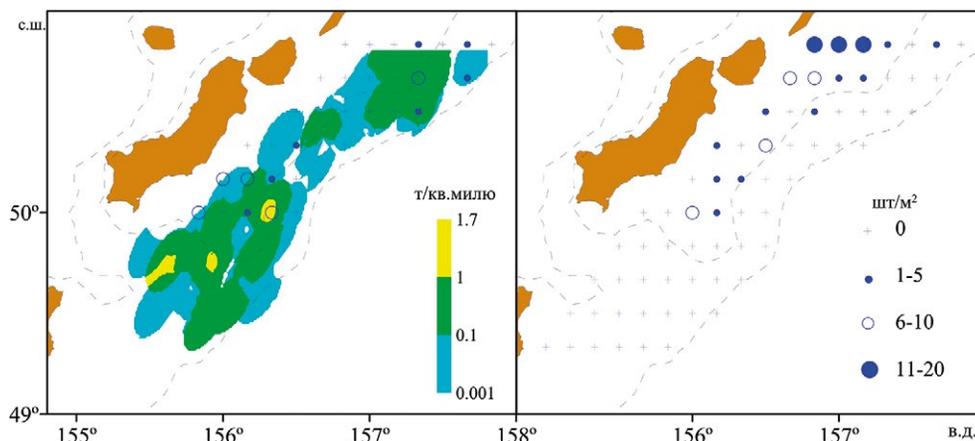


Рис. 9. Распределение икринок палтусовидной камбалы и взрослых рыб в 2015 г. (слева), и икринок палтусовидной камбалы в 2016 г. (справа). Икринки – шт./м<sup>2</sup>, биомасса рыб – т/миля<sup>2</sup>

Fig. 9. Distribution of the flathead sole: eggs and adult fishes in 2015 (left), eggs in 2016 (right). Eggs – ind./m<sup>2</sup>, fish biomass – t/mile<sup>2</sup>

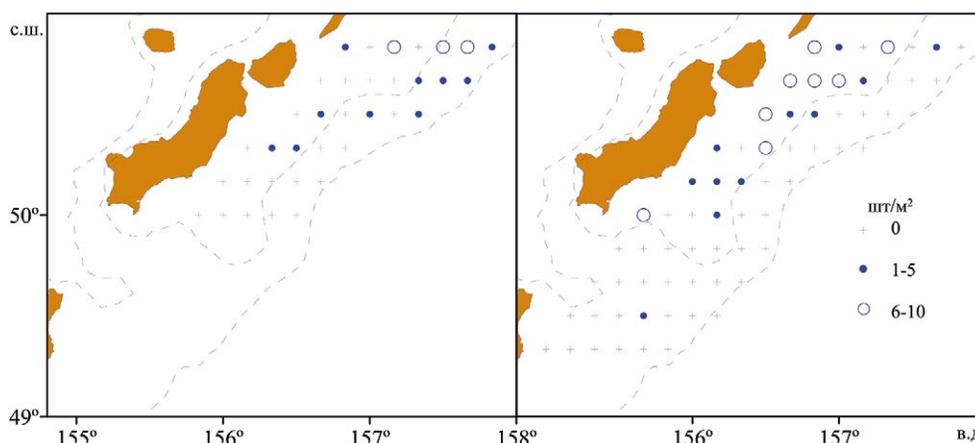


Рис. 10. Распределение икринок четырёхбугорчатой камбалы (шт./м<sup>2</sup>) в 2015 г. (слева), и в 2016 г. (справа)

Fig. 10. Distribution of the Alaska plaice eggs (ind./m<sup>2</sup>) in 2015 (left), in 2016 (right)

Среди роговчатых чаще встречались личинки широколобого и узколобого шлемоносцев. Несмотря на некоторое различие в распределении взрослых особей, выявленное по результатам траловых работ в 2015 г., личинки распределялись на сходных участках (рис. 11).

Построение дендрограммы сходства по материалам первой съёмки 2015 г., которая охватывала наиболее обширную площадь исследованной акватории, позволило выделить три иктиопланктонных комплекса (рис. 12). По полученным данным основную акваторию занимал иктиопланктонный комплекс с высокой численностью (в среднем 1136 экз./м<sup>2</sup>) икры минтая. Глубины, в пределах которых он располагался, варьировались от 50 до 450 м. Данный комплекс занимал обширную акваторию вдоль восточного побережья Камчатки, а в районе о. Парамушир продолжался преимущественно на глубинах более 100 м (рис. 13).

Комплекс с доминированием личинок песчанки был сформирован на мелководьях от минимальных глубин съёмки до 96 м от юго-восточной оконечности п-ова Камчатка до о-вов Парамушир и Шумшу. В данном комплексе доля личинок песчанки достигала 48% от суммарной численности иктиопланктона и 97% от суммарной численности личинок. Средняя концентрация личинок песчанки достигала 129 экз./м<sup>2</sup>.

Комплекс с высокой численностью личинок шлемоносных бычков, преимущественно двух видов – широколобого *G. detrisus* и узколобого *G. galeatus*, определялся мозаично в районе 52° с. ш., в водах о. Парамушир и у юго-восточной оконечности п-ова Камчатка, занимая глубины от 68 до 323 м (табл. 6). Доля личинок шлемоносцев в данном комплексе достигала почти 36% от суммарной численности иктиопланктона и 77% от суммарной численности личинок. Средняя численность личинок широколобого

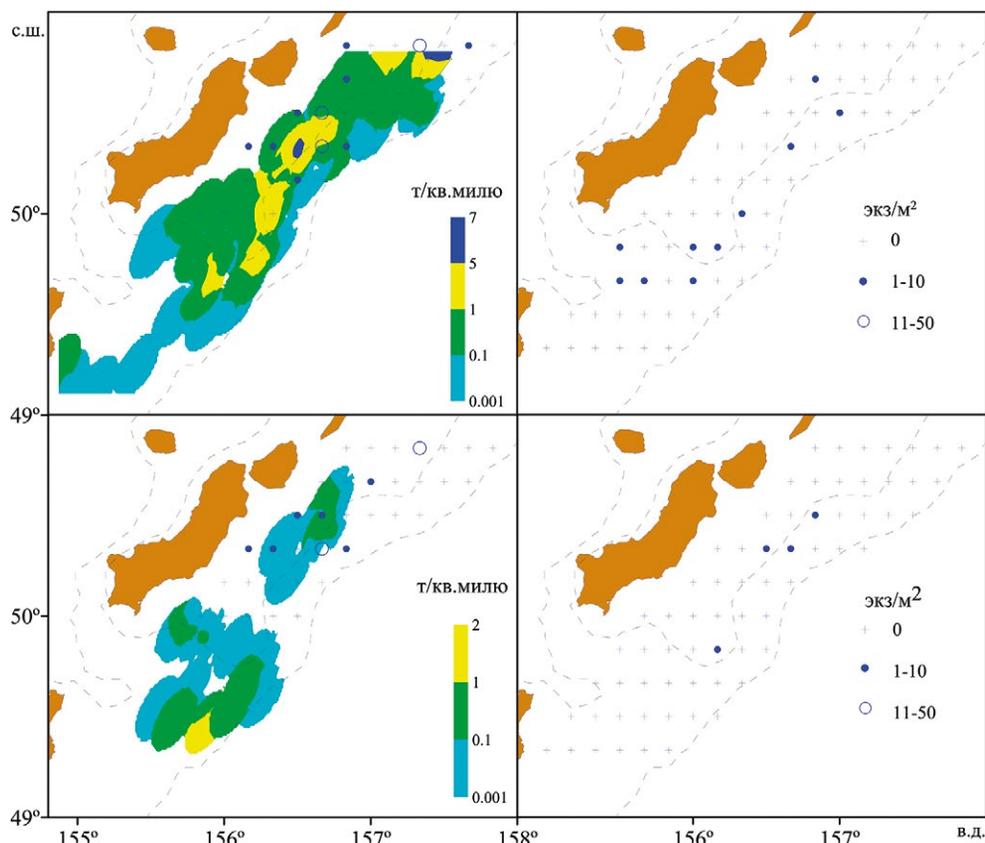


Рис. 11. Распределение широколобего (сверху) и узколобего (снизу) шлемоносцев; личинки и взрослые рыбы в 2015 г. (слева), и личинки в 2016 г. (справа). Личинки – шт./м<sup>2</sup>, биомасса рыб – т/миля<sup>2</sup>

Fig. 11. Distribution of the purplegray (top) and armorhead sculpins (bottom); larvae and adults in 2015 (left), larvae in 2016 (right). Larvae – ind./m<sup>2</sup>, fish biomass – t/mile<sup>2</sup>

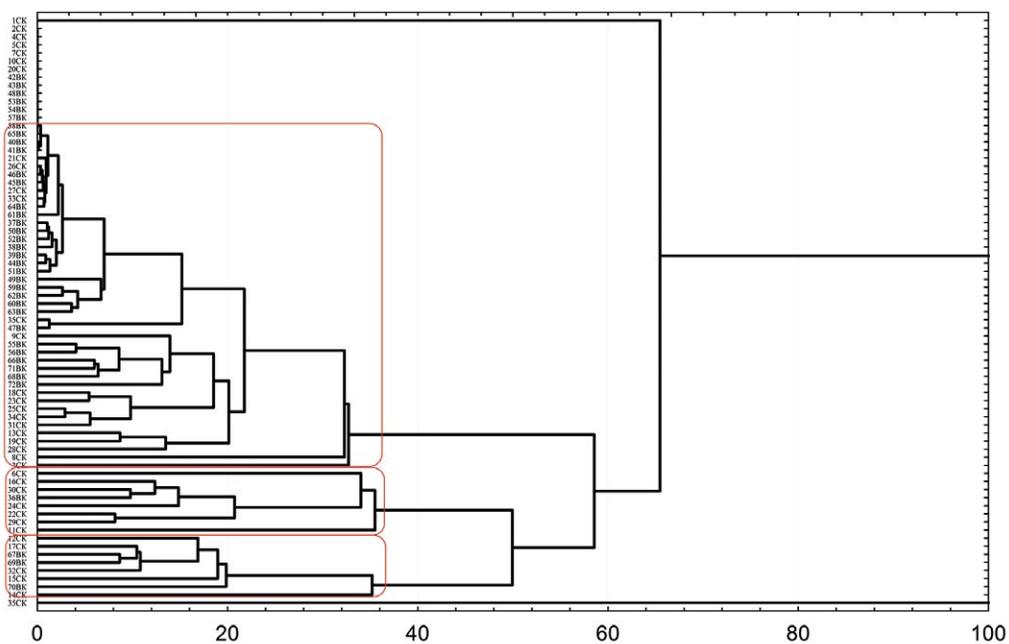
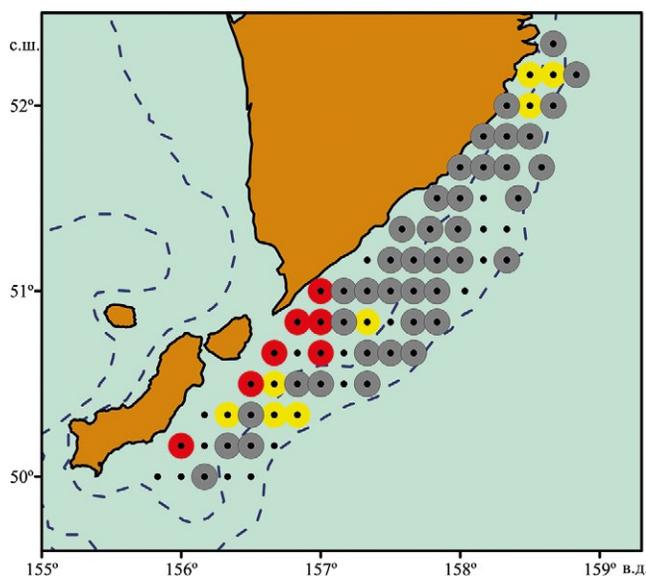


Рис. 12. Дендрограмма сходства иктиопланктона в 2015 г. (1 съёмка). Ось абсцисс – евклидово расстояние, ось ординат – номер станции

Fig. 12. Dendrogram of the ichthyoplankton similarity in 2015 (the first stage of survey). Abscissa axis – Euclidean distance, ordinate axis – station number



**Рис. 13.** Пространственное распределение икhtiопланктонных комплексов у побережья Северных Курил и Восточной Камчатки в 2015 г. (1 съёмка). Цвет кружков: серый – комплекс с доминированием икры минтая, красный – личинок песчанки, жёлтый – личинок шлемоносных бычков

**Fig. 13.** Distribution of the ichthyoplankton complexes near northern Kuril Islands and eastern Kamchatka in 2015 (the first stage of survey). Colour of circle: gray – complex, where walleye pollock eggs dominate; red – larvae of the Pacific sand lance; yellow – larvae of the sculpins gen. *Gymnocanthus*

шлемоноса составляла 26 экз./м<sup>2</sup>, узколобого – около 13,8 экз./м<sup>2</sup>.

По теоретическим представлениям, в весенний период года в тихоокеанских водах северных Курильских островов в составе икhtiопланктона могут быть встречены икринки 7 видов рыб, нерест кото-

рых происходит в это время и личинки около 45 видов рыб, нерест которых происходит зимой, и к этому времени развиваются их личинки и переходят к планктонному образу жизни, или, для живородящих морских окуней *Sebastidae*, весной происходит вымет личинок. Наши сборы показывают оправданность теоретических ожиданий по икринкам более чем на 70%, по личинкам – около 50%. В траловых уловах были встречены 19 видов рыб из 26 или 73%, которые присутствовали на ранних стадиях развития в сборах планктонной сети.

Низкие индексы сходства видового состава икhtiопланктона по данным 2011 г. с материалами 2015 и 2016 гг. обусловлены существенным различием в периоде сбора проб. Наиболее высокий индекс был получен для максимально близких по календарному периоду съёмок – второй этап исследований 2015 и 2016 гг., когда работы были выполнены в самом конце апреля – первой декаде мая.

Образ жизни, соотношение видов и пространственно-батиметрическое распределение икhtiопланктона заметно отличается от таковых для взрослых особей. Места скопления рыб на начальных стадиях онтогенеза больше зависят от гидрологических условий на данных стадиях развития, чем от распределения половозрелой части популяции. В соответствии с преобладающими потоками воды происходит перераспределение видов на стадии планктона в пространстве, что нами указывалось по наблюдениям у северо-восточного Сахалина [Мухаметов, Мухаметова, 2017]. Данные условия чрезвычайно важны, т. к. влияют на формирование численности пополнения. В результате переноса личинки демерсальных видов

**Таблица 6.** Основные характеристики икhtiопланктонных комплексов в районе Северных Курил и Восточной Камчатки в 2015 г.

**Table 6.** Basic characteristics of the ichthyoplankton complexes near northern Kuril Islands and eastern Kamchatka in 2015

Доминанты	Комплекс с доминированием икры минтая			Комплекс с доминированием личинок песчанки			Комплекс с доминированием личинок шлемоносных бычков		
	шт./м <sup>2</sup>	% от икры	% от общей N	шт./м <sup>2</sup>	% от икры	% от общей N	шт./м <sup>2</sup>	% от икры	% от общей N
<b>Икра</b>									
<i>G. chalcogrammus</i>	1136,3	99,2	96,8	135,6	99,6	50,3	55,9	93,1	50,1
<b>Личинки</b>	экз./м <sup>2</sup>	% от личинок	% от общей N	экз./м <sup>2</sup>	% от личинок	% от общей N	экз./м <sup>2</sup>	% от личинок	% от общей N
<i>A. hexapterus</i>	5,9	20,5	0,5	129,3	97,0	48,0	–	–	–
<i>G. detrisus</i>	10,7	37,3	0,9	–	–	–	26,1	50,6	23,4
<i>G. galeatus</i>	–	–	–	–	–	–	13,8	26,7	12,4
Глубина, м	168 (50–450)			58 (22–96)			139 (68–323)		
Число видов, шт.	22			12			13		
N, средн., экз./м <sup>2</sup>	1174			269			112		

Примечание: N – численность.

могут оказаться в районах благоприятных или неблагоприятных к оседанию на грунт и переходу к придонному образу жизни [Шунтов, 1965; Sohn et al., 2010]. К примеру, у восточного побережья Камчатки регулярно отмечают икру четырёхбугорчатой камбалы над большими глубинами, что является результатом её разноса посредством течений в мористую часть от прибрежных нерестилищ, что снижает вероятность их выживаемости [Овчеренко, Саушкина, 2021]. В связи с этим видится, что в 2015 г., в следствии гидрологических условий, когда происходил вынос личинок песчанки и икринок камбал за пределы шельфа, и концентрация их в районе круговорота у Юго-Восточной Камчатки, сложились некомфортные условия для дальнейшей выживаемости данной части особей. Характер распределения личинок и икринок в 2016 г. даёт основание предположить о более выгодных условиях формирования пополнения этих видов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований показано, что в районе северных Курильских островов в весенний период в толще воды обитали 26 видов рыб на ранних стадиях онтогенеза. Основными компонентами ихтиопланктонного сообщества являлись икринки минтая, личинки песчанки, шлемоносных бычков. Икра и личинки большинства видов относятся к элиторальным, широкобореальным тихоокеанским и арктическо-бореальным видам.

Распределение ихтиопланктона в пространстве в большей степени формируется системой потоков водных масс, и не всегда связано с наблюдающейся концентрацией половозрелой части группировки.

В районе Северных Курил максимальные концентрации ихтиопланктона – более 600 экз./м<sup>2</sup>, приходились на начало мая. У побережья Восточной Камчатки в аналогичный период средняя численность была вдвое выше – более 1200 экз./м<sup>2</sup>.

Степень сходства видового состава ихтиопланктона сильно зависит от календарного периода сбора первичного материала. Структура ихтиопланктона в близких по срокам съёмках была достаточно сходной – на уровне 60–70%. В 2015 г. установлено, что сходство структуры ихтиопланктона Северных Курил с водами Восточной Камчатки возрастало с конца апреля к началу мая, что может быть следствием южного дрейфа икры и личинок из прикамчатских вод к Северным Курилам. Об этом же свидетельствует снижение ко второму этапу съёмки различий в численности.

В перспективе ихтиопланктонные съёмки можно использовать не только для расчёта запасов и про-

гнозирования пополнения одного вида – минтая, но и адаптировать их с этой же целью для ряда других видов рыб.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Работа не имела дополнительного финансирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- Авдеев Г.В., Овсянников Е.Е. 2006. Результаты оценки запаса североохотоморского минтая по ихтиопланктонной съёмке в 2005 г. // Известия ТИНРО. Т. 145. С. 120–145.
- Антонов Н.П. 1991. Биология и динамика численности восточнокамчатского минтая. Автореф. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР. 23 с.
- Антонов Н.П. 2011. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: Изд-во ВНИРО. 244 с.
- Балыкин П.А., Тепнин О.Б. 1998. Динамика вод и нерест минтая *Theragra chalcogramma* у Восточной Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Вып. 4. С. 7–14.
- Бирюков И.А. 1995. Сезонное распределение двухлинейной камбалы тихоокеанского побережья Северных Курильских островов // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем. Тез. докл. конф. молодых учёных. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 12–13.
- Буслов А.В., Тепнин О.Б. 2007. Характеристика нереста минтая у Северных Курильских островов и юго-восточной оконечности Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 9. С. 235–245.
- Горбунова Н.Н. 1954. Размножение и развитие минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Труды ИО АН СССР. Том 11. С. 132–195.
- Григорьев С.С. 2007. Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоёмы): Атлас-определитель. Владивосток: Дальнаука. 331 с.
- Зверькова Л.М. 2003. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центр. 248 с.
- Золотов О.Г., Варкентин А.И., Балыкин П.А., Буслов А.В. 2012. Исследования морских промысловых рыб прикамчатских вод // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 25. С. 98–122.
- Лебедева Н.В., Криволицкий Д.А., Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.Н., Смунов А.В., Максимов В.Н., Тукунов В.С., Огуреева Г.Н., Котова Т.В. 2002. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра. 432 с.

- Мухаметов И.Н., Мухаметова О.Н. 2017. Видовой состав и распределение иктиопланктона в водах северо-восточного Сахалина // Вопросы иктиологии. Т. 57, № 6. С. 675–688. doi: 10.7868/S0042875217050150
- Мухачева В.А. 1959. Нерестовые скопления промысловых рыб в районе Северных Курильских островов и южной Камчатки // Труды ИО АН СССР. Т. 36. С. 259–281.
- Овсянников Е.Е., Пономарёв С.С. 2014. Оценка состояния запасов минтая в Охотском море весной 2013 г. // Известия ТИНРО. Т. 177. С. 114–124.
- Овчеренко Р.Т., Саушкина Д.Я. 2021. Распределение икры и рыб четырехбугорчатой *Pleuronectes quadrituberculatus* и узкозубой палтусовидной *Hippoglossoides elassodon* камбал (Pleuronectidae) в тихоокеанских водах Камчатки // Известия ТИНРО. 201(2). С. 400–415.
- Одум Ю. 1986. Экология. Т. 2. М.: Мир. 376 с.
- Перцева–Остроумова Т.А. 1961. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М: АН СССР. 486 с.
- Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. 1977. Л: Гидрометеиздат. 726 с.
- Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. 2008. Атлас икры, личинок и мальков рыб российских вод Японского моря. Владивосток: Дальнаука, 223 с.
- Терехов А.Ю. 1994. Применение различных индексов видового сходства при изучении иктиоценозов // Известия ТИНРО. Т. 115. С. 154–157.
- Фадеев Н.С. 1999. Методика оценки запасов минтая по численности икры и размерно-возрастному составу // Биология моря. Т. 25, № 3. С. 246–249.
- Храпченков Ф.Ф. 1989. Гидрологическая структура и распределение энергии вихрей Камчатского течения // Метеорология и гидрология. № 1. С. 65–71.
- Шейко Б.А., Фёдоров В.В. 2000. Класс Cephalaspidomorpha – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые Рыбы. Класс Holocerphali – Целноголовые. Класс Osteichthyes – Костные Рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. С. 7–69.
- Шунтов В.П. 1965. Распределение чёрного и стрелозубых палтусов в северной части Тихого океана // Труды ВНИРО. Т. 58. Известия ТИНРО. Т. 53. С. 155–163.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО. 426 с.
- An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan. 1988. Tokyo: Tokai University Press. 1160 p.
- Fricke R., Eschmeyer W.N., Van der Laan, R. (eds). 2021. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. California Academy of Sciences. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. 03.08/2021.
- Matarese A. C., Kendall A. W., Blood J. D. M., Vinter B. M. 1989. Laboratory Guide to Early Life History Stages of Northeast Pacific Fishes. U.S. Department of Commerce. 652 p.
- Sohn D., Ciannelli L., Duffy-Anderson J.T. 2010. Distribution and drift pathways of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) during early life stages in the eastern Bering Sea and Aleutian Islands // Fisheries oceanography. V. 19, № 5. P. 339–353.
- Van der Lingen C. D., Huggett J. A. 2003. The role of ichthyoplankton surveys in recruitment research and management of South African anchovy and sardine // The big fish bang: proceedings of the 26th annual larval fish conference. Bergen, Norway, Institute of Marine Research. V. 303. P. 303–343.

## REFERENCES

- Avdeev G.V., Ovsyannikov E.E. 2006. Estimation of walleye pollock stock in the northern Okhotsk Sea by results of ichthyoplankton survey in the year 2005 // Izvestiya TINRO. V. 145. Pp. 120–145 (In Russ.).
- Antonov N.P. 1991. Biology and population of East Kamchatka walleye pollock. PhD Abstract. Vladivostok: TINRO. 23 p. (In Russ.).
- Antonov N.P. 2011. Commercially harvested species of fish of the Kamchatka Region: biology, stocks and fisheries // Moscow: VNIRO Publish. 244 p. (In Russ.).
- Balykin P.A., Tepnin O.B. 1998. Water dynamics and spawning of walleye pollock *Theragra chalcogramma* near Eastern Kamchatka. // Studies on biology and population dynamics of commercial fishes of the Kamchatka shelf. No. 4. Pp. 7–14 (In Russ.).
- Biryukov I.A. 1995. Seasonal distribution of the rock sole along Pacific coast of the northern Kuril Islands // Bioresources of marine and freshwater ecosystems. Abstracts of the conference of young scientists. Vladivostok: TINRO-Center Publish. Pp. 12–13 (In Russ.).
- Buslov A.V., Tepnin O.B. 2007. Characteristics of walleye pollock spawn near the Northern Kurile Islands and the southeast extremity of Kamchatka // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean. V. 9. Pp. 235–245 (In Russ.).
- Gorbunova N.N. 1954. Reproduction and development of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Trudy IO AS SSSR. V. 11. Pp. 132–195 (In Russ.).
- Grigor'ev S.S. 2007. Early ontogenesis of fishes from the northeastern Russia (coastal sea waters and inland reservoirs). Vladivostok: Dal'nauka. 331 p. (In Russ.).
- Zver'kova L.M. 2003. The walleye pollock: biology and reserves. Vladivostok: TINRO-Center Publish. 248 p. (In Russ.).
- Zolotov O.G., Varkentin A.I., Balykin P.A., Buslov A.V. 2012. Researches of marine commercial fishes in the waters adjacent Kamchatka // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. No. 25. Pp. 98–122 (In Russ.).
- Lebedeva N.V., Krivolutsky D.A., Puzachenko Yu.G., Dyakonov K.N., Aleschenko G.N., Smurov A.V., Maksimov V.N., Tikunov V.S., Ogureeva G.N., Kotova T.V. 2002. Geography and monitoring of biodiversity. Moscow: Izdatelstvo nauchnogo i uchebno-metodicheskogo centra. 432 p. (In Russ.).
- Mukhametov I.N., Mukhametova O.N. 2017. Species composition and distribution of ichthyoplankton in the waters of northeast Sakhalin // Journal of Ichthyology. V. 57. No. 6. Pp. 846–859. <https://doi.org/10.1134/S0032945217050137>
- Muhacheva V.A. 1959. Spawning aggregations of commercial fishes near Northern Kuril islands and Southern Kamchatka // Trudy IO AS SSSR. V. 36. Pp. 259–281 (In Russ.).

- Ovsiyannikov E.E., Ponomarev S.S. 2014. Assessment of stock state for walleye pollock in the Okhotsk Sea in the spring 2013 // *Izvestiya TINRO*. V. 177. Pp. 114–124 (In Russ.).
- Ovcharenko R.T., Saushkina D.Ya. 2021. Distribution of eggs and adults of alaska plaice *Pleuronectes quadrituberculatus* and flathead sole *Hippoglossoides elassodon* (Pleuronectidae) in the Pacific waters of Kamchatka // *Izvestiya TINRO*. V. 201, Iss. 2. P. 400–415 (In Russ.).
- Odum E. 1986. Basic ecology. V. 2. Moscow: Mir. 376 p. (In Russ.).
- Pertseva–Ostroumova T.A. 1961. Reproduction and development of far eastern flounders. Moscow: Akad. Nauk SSSR. 486 p. (In Russ.).
- Guidelines for hydrological work in the oceans and seas*. 1977. Leningrad: Gidrometeoizdat. 726 p. (In Russ.).
- Sokolovskii A.S., Sokolovskaya T.G. 2008. Atlas of fish eggs, larvae, and juveniles in the Russian part of the Sea of Japan. Vladivostok: Dal'nauka. 223 p. (In Russ.).
- Terekhov A. Yu. 1994. Application of various indices of species similarity in the study of ichthyocenoses // *Izvestiya TINRO*. V. 115. Pp. 154–157 (In Russ.).
- Fadeev N.S. 1999. A technique for the assessment of walleye pollock stock by egg abundance and size-age composition // *Russian Journal of Marine Biology*. V. 25. No. 3. Pp. 280–283.
- Khrapchenkov F.F. 1989. Hydrologic structure and the distribution of energy of eddies in the Kamchatka current // *Meteorology and Hydrology*. No. 1. Pp. 65–71 (In Russ.).
- Sheiko B.A., Fedorov V.V. 2000. Class Cephalaspidomorphi – Lampreys. Class Chondrichthyes – Cartilaginous Fishes. Class Holocephali – Chimaeras. Class Osteichthyes – Bony Fishes // *Catalog of vertebrates of Kamchatka and adjacent waters*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky Petchatniy Dvor. Pp. 7–69. (In Russ.).
- Shuntov V.P. 1965. Distribution of Greenland halibut, Kamchatka and Arrowtooth flounders in northern Pacific // *Trudy VNIRO*. V. 58. *Izvestiya TINRO*. V. 53. Pp. 155–163 (In Russ.).
- Shuntov V.P., Volkov A.F., Temnykh O.S., Dulepova E.P. 1993. Walleye pollock in ecosystems of Far Eastern Seas. Vladivostok: TINRO Publised. 426 p. (In Russ.).
- An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan*. 1988. Tokyo: Tokai University Press. 1160 p.
- Fricke R., Eschmeyer W.N., Van der Laan, R. (eds). 2021. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. California Academy of Sciences. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. 03.08/2021.
- Matarese A.C., Kendall A.W., Blood J.D.M., Vinter B.M. 1989. Laboratory Guide to Early Life History Stages of Northeast Pacific Fishes. U.S. Department of Commerce. 652 p.
- Sohn D., Ciannelli L., Duffy-Anderson J.T. 2010. Distribution and drift pathways of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) during early life stages in the eastern Bering Sea and Aleutian Islands // *Fisheries oceanography*. V. 19, № 5. P. 339–353.
- Van der Lingen C.D., Huggett J.A. 2003. The role of ichthyoplankton surveys in recruitment research and management of South African anchovy and sardine // *The big fish bang: proceedings of the 26th annual larval fish conference*. Bergen, Norway, Institute of Marine Research. V. 303. P. 303–343.

Поступила в редакцию 29.07.2022 г.  
Принята после рецензии 19.10.2022 г.



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Численность и распределение ладожской кольчатой нерпы в аномально тёплую зиму 2020 года: оценка по результатам авиаучёта с использованием БПЛА

Бизиков В.А.<sup>1</sup>, Сабиров М.А.<sup>2</sup>, Сидоров Л.К.<sup>1</sup>, Лукина Ю.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), наб. Макарова, 26, г. Санкт-Петербург, 199053

E-mail: bizikov@vniro.ru

**Цель работы** – исследование распределения и численности ладожской кольчатой нерпы на акватории Ладожского озера в условиях аномально тёплой зимы 2020 г.

**Основным методом** исследования был авиационный учёт животных в их естественной среде обитания с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В условиях полного отсутствия льда на Ладожском озере в период исследований (апрель-май 2020 г.), для оценки численности популяции нерпы был применён оригинальный метод экстраполяции по береговой линии, с использованием барьерной модели в среде статистического моделирования R.

**В результате** исследований обнаружены линные залёжки нерпы непосредственно на береговой линии удалённых островов и труднодоступных шхер в северной части Ладожского озера. На основании данных по численности фактически учтённых особей выполнена оценка численности нерпы в северной части Ладоги. Установлено, что в отсутствии ледового покрова в зимне-весенний период ладожская нерпа образует залёжки на труднодоступных участках побережья.

**Заключение:** Выявлено, что в условиях мягких безлёдных зим северные шхерные районы Ладоги становятся своеобразным убежищем для ладожской кольчатой нерпы благодаря наличию множества узких, полузакрытых заливов, где условия способствуют относительно быстрому образованию ледового припая. В условиях аномально тёплого зимнего периода 2019–2020 г. животные при формировании весенних залёжек тяготеют к пологим каменистым берегам и скоплениям плоских камней. Численность популяции ладожской нерпы, по данным учёта в 2020 г. в северной части Ладожского озера составила 5 680 особей, что близко к оценке, полученной для всей акватории Ладоги в 2012 г. с применением стандартного площадного метода учёта животных на ледовых залёжках – 6,5 тыс. особей. Таким образом, данные авиаучёта 2020 г. позволяют сделать предварительный вывод о том, что за последние 8 лет численность популяции ладожской нерпы существенно не изменилась.

**Ключевые слова:** ладожская кольчатая нерпа *Pusa hispida ladogensis*, авиаучёт, численность, распределение, тёплый зимне-весенний период.

## Abundance and distribution of the Ladoga ringed seals in anomaly warm winter 2020: results of the arial survey using drones

Vyacheslav A. Bizikov<sup>1</sup>, Marat A. Sabirov<sup>2</sup>, Lev K. Sidorov<sup>1</sup>, Julia N. Lukina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187,

<sup>2</sup> St. Petersburg branch of «VNIRO» (L.S. Berg «GosNIORKh»), emb. Makarova, 26, St. Petersburg, Russia, 199053

**The aim** of this research was to assess the abundance and distribution of the Ladoga ringed seals during anomaly warm winter 2020.

**The main method** of the research was arial survey of the seals using drones. Taking into account complete absence of ice on the surface of the Ladoga Lake at the time of the survey (April-May, 2020) a new method for assessing the seals abundance was used that was based on the extrapolation of the seals density along the coast line using barrier model in R Statistic Software.

**As a result** of the research, it was shown that during anomaly warm winter, in the absence of ice fields on the Ladoga Lake, the seals formed rookeries directly on the coastline of remote islands and hardly accessible rocky inlets in the northern part of the Ladoga Lake. Total number of the seal population, estimated basing on the arial survey data was 5,680 individuals.

**Conclusion:** The study showed that the islands, skerries and rocky inlets in the northern part of the Ladoga Lake act as a kind of refuge for the Ladoga ringed seal during anomaly warm ice-free winters. These environments provide the seals proper substrate suitable for bedding and shelter. Basing on the survey data, the population of the Ladoga seal in the northern part of the Ladoga Lake was amounted to 5,680 individuals which is close to the estimates obtained for the entire Ladoga Lake in 2012–6.5 thousand individuals. Thus, the data of the 2020 air survey allow us to make a preliminary conclusion that the population of the Ladoga seal has not changed significantly over the past 8 years.

**Keywords:** Ladoga ringed seal *Pusa hispida ladogensis*, aerial survey, drones, abundance, distribution, anomaly warm ice-free winter.

## ВВЕДЕНИЕ

Ладожская кольчатая нерпа (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) — подвид кольчатой нерпы, наиболее распространённый в северном полушарии вид настоящих тюленей (сем. Phocidae). Ареал подвида ограничен континентальным водоёмом Ладожское озеро, которое в конце последнего ледникового периода (около 12,5 тыс. лет назад) имело связь с бассейном Северного Ледовитого океана. По-видимому, именно в это время нерпа проникла в Ладожское озеро и Балтийское море [Филатов, 1990]. В настоящее время вид имеет охранный статус в Красной Книге Российской Федерации [Красная Книга..., 2021]: 1 категория, «находящиеся под угрозой исчезновения»; в Красной книге Ленинградской области [Носков, Гагинская, 2002]: 3 категория, «Подвид, требующий внимания»; в Красном Списке Международного Союза Охраны Природы (IUCN) [Hilton-Taylor, 2000]: (VU, «уязвимый»).

Занимая вершину трофической структуры Ладожского озера, нерпа является важным компонентом озёрной экосистемы, обеспечивающим её стабильность и сбалансированность. Ряд особенностей экологии ладожской нерпы — ограниченность ареала, невысокая численность популяции, пагофильность (приуроченность размножения к ледовым полям, формирующимся в зимний период в открытой части Ладожского озера) и критическая зависимость от состояния кормовой базы озера — делают этот подвид чрезвычайно уязвимым к меняющимся природным и антропогенным факторам [Медведев и др., 2010]. К основным современным угрозам для популяции ладожской нерпы можно отнести: снижение успешности размножения в связи с потеплением климата и связанным с этим изменением ледовых условий в Ладожском озере, антропогенное беспокойство на залёжках и в местах размножения, гибель нерпы в орудиях рыбного лова и из-за браконьерства, загрязнение акватории озера.

Во второй половине XX века в связи с глобальным изменением климата общая продолжительность периода ледостава на Ладожском озере сократилась на 13,7% [Труханова, 2013]. Климатические изменения привели к ухудшению условий размножения ладожской нерпы: снизилась вероятность наступления зимы со стопроцентным ледовым покрытием и уменьшилась толщина сугробов, в которых располагаются родильные логова нерпы [Медведев, Сипиля, 2010]. В условиях многолетнего ухудшения ледовых условий и сокращения площади участков, подходящих для размножения, возрастает риск падения эффективности естественного воспроизводства ладожской нерпы [Агафонова и др., 2007].

Ещё одним фактором уязвимости популяции ладожской нерпы является состояние кормовой базы озера. Основу питания нерпы составляют мелкие рыбы: корюшка, ряпушка, ёрш, плотва, уклея, сырть и др. [Антонюк, 1976<sup>1</sup>; Филатов, 1990; Kunnasranta et al., 1999]. Однако возможность лёгкой добычи привлекает нерпу в рыболовецкие сети, где она с удовольствием поедает более крупные и ценные виды рыб: сига, судака, окуня, щуку и др. Возникающую таким образом конкуренцию между нерпой и рыболовством отмечали исследователи на протяжении всего периода изучения тюленей в Ладожском озере [Чапский, 1932; Соколов, 1958 а; Зубов, 1965; Веревкин и др., 2006; Труханова, 2013; Труханова и др., 2012]. В конкуренции, а по сути, конфликте между ладожской нерпой и рыбными промыслами страдают обе стороны: с одной стороны, сотни нерп ежегодно гибнут в рыболовных сетях, преимущественно в летний период в южной части озера; с другой — рыболовство на Ладожском озере терпит значительный урон от прямой потери уловов и порчи сетей [Веревкин и др., 2010 а, б].

До середины 1970-х гг. ладожская кольчатая нерпа являлась объектом промысла. В начале XX века (1909–1918 гг.) ежегодная добыча нерпы составляла около 700 голов; после 1924 г. она выросла до 1000 голов, при этом в отдельные годы в российской и финской акватории Ладожского озера суммарно добывали более 1500 голов [Чапский, 1932]. В послевоенный период, с 1950 г. по 1961 гг., ежегодная добыча нерпы, по данным Севзапрыбвода, варьировала от 50 до 650 голов [Зубов, 1965]; с 1961 г. по 1974 г., добыча нерпы варьировала от 33 голов до 478 голов, в среднем 240 особей в год [Тормосов, Филатов, 1984]. В 1950–1960 гг. в снижении запасов ценных промысловых видов рыб в Ладожском озере «обвинили» нерпу, и была развернута кампания по снижению численности этого вида. Начавшаяся вслед за этим активная охота на тюленя, наряду с сокращением кормовой базы, привела к резкому сокращению популяции нерпы, и с 1975 г. охота на ладожскую кольчатую нерпу была полностью запрещена [Филатов, 1990].

В 1930-е годы исследователи ладожской нерпы полагали, «основываясь в вычислениях отчасти на данных финской статистики, что запас вряд ли превышает 20 тыс. голов» [Чапский, 1932]. И хотя в работе К.К. Чапского, равно как и в других публикациях того времени, отсутствуют какие-либо расчёты, обосновывающие численность популяции ладожской нерпы, оценка в 20 тыс. голов стала отправной точкой для последующих исследований, она цитируется во многих

<sup>1</sup> Антонюк А.А. 1976. К вопросу о питании ладожской нерпы // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоёмов. № 17. С. 92–97.

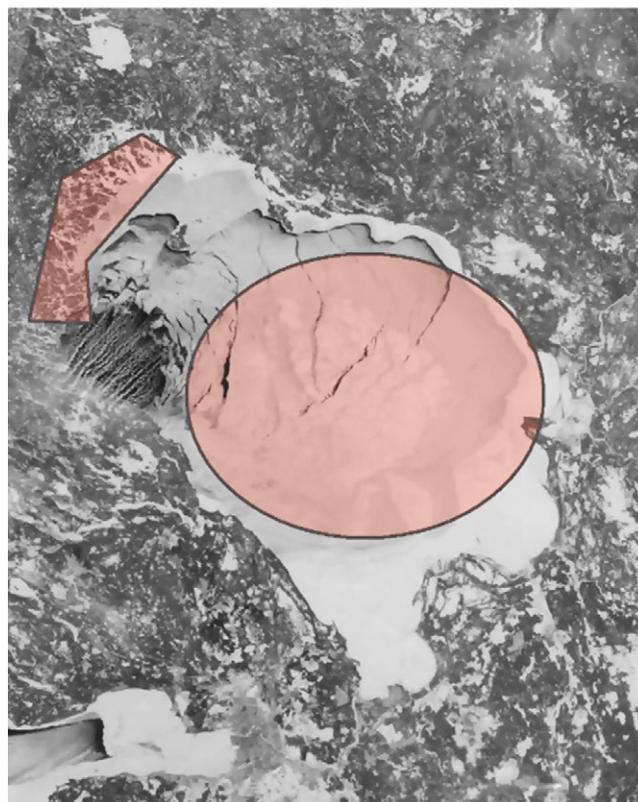
публикациях вплоть до настоящего времени [Антонюк, 1975; Филатов, 1990; Агафонова и др., 2010; Веревкин, Высоцкий, 2013; Глазов и др., 2019]. В середине 1960-х годов, по данным ГосНИОРХ, численность ладожской нерпы оценивалась в интервале от 5 тысяч до 10 тысяч особей [Зубов, 1965].

С начала 1970-х годов для оценки численности ладожской нерпы стали применять авиационные учётные [Жеглов, Чапский, 1971; Антонюк, 1975]. Авиаучёты проводили в марте-апреле, в период линьки, когда основная часть животных залегала на льду. Методика авиаучёта включала несколько этапов. На этапе планирования выполняли рекогносцировочный облёт, в ходе которого определяли протяжённость ледовых полей, пригодных для образования залёжек ладожской нерпы, и определяли распределение и площадь полей с различным типом льда. В пределах полей для каждого типа льда выделяли учётные полигоны, и на этапе самого авиаучёта самолёт-лаборатория, оборудованный фотоаппаратурой, облетал учётные полигоны линейными трансектами (галсами), учитывая всех животных, встреченных на пути. Сплошная аэрофотосъёмка не применялась, основным источником данных были аэровизуальные учётные. По этим данным рассчитывали плотность залегания животных на учётных полигонах с последующей экстраполяцией на всю площадь ледовых полей, с учётом плотности распределения животных на льдах различного типа, для оценки общей численности популяции.

Авиаучёты численности ладожской нерпы, проводившиеся в 1970-е годы двумя командами исследователей, дали различные результаты. Согласно данным А.А. Антонюка [1975], в 1973 г. численность популяции нерпы была оценена в 3,5–4,7 тыс. голов (расчётное среднее число тюленей, находящихся на льду в момент учёта, составило 1 870 голов). На основании этого было сделано заключение, что численность ладожского тюленя сократилась вдвое по сравнению с 1940–1950-ми годами [Антонюк, 1975]. Иные оценки численности ладожской нерпы даёт И.Е. Филатов [Тормосов, Филатов, 1977]. Согласно его работам, численность нерпы в 1971 и 1972 гг. составляла 10–12 тыс. голов; в 1974 г. – около 10 тыс. голов; в 1978 г. – 11,8–13,8 тыс. голов; в 1979 г. – 10–12 тыс. голов [Филатов, 1984]. Сходные оценки численности нерпы были получены И.Е. Филатовым и в 1980-е годы: 10,2–12,5 тыс. голов в 1982 г.; 11,5–12,7 голов в 1985 г. [Филатов, 1990; Земский, Филатов, 1986]. В апреле 1994 г. на льду было учтено 2 тыс. нерп, на основании этого размер популяции был оценён в 5 тыс. особей [Sipilä et al., 2002]. Сходные оценки численности ладожской нерпы были получены Веревкиным в начале XXI века [Верев-

кин, 2002]. Последний авиационный учёт ладожской нерпы был проведён в 2012 г. Следует отметить, что для подтверждения и уточнения аэровизуальных наблюдений групп тюленей были сделаны цифровые фотографии. По результатам этого авиаучёта численность тюленей на льду была оценена в 5 068–5 211 особей [Trukhanova et al., 2013], а общая численность популяции – в 6 500 особей [Веревкин, Высоцкий, 2013].

Исследования распределения ладожской кольчатой нерпы в зимне-весенний период в конце XX века и в первом десятилетии XXI века показали, что основной район её размножения находится в центральной, наиболее широкой и мелководной части Ладожского озера, где условия способствуют формированию относительно стабильных льдов (рис. 1). Здесь ежегодно размножалось до 80% популяции нерпы [Филатов, 1990; Медведев, Сипиля, 2010]. Второй по значимости район размножения был выявлен в северо-западной «шхерной» части Ладожского озера, где размножа-



**Рис. 1.** Основные районы размножения кольчатой нерпы на льдах Ладожского озера: район в центральной части озера (выделен овалом) и шхерный район в северо-западной части озера (выделен многоугольником) (из: Медведев, Сипиля, 2010)

**Fig. 1.** The main breeding areas of the Ladoga ringed seal on the ice of the Ladoga Lake: the area in the central part of the lake (highlighted by an oval) and the skerry/inlets area in the northwestern part of the lake (highlighted by a polygon) (from: Medvedev, Sipilya, 2010)

лось до 20% популяции нерпы [Kunnasranta et al., 2001; Медведев и др., 2006; Sipilä et al., 2002].

Участившиеся в последнее десятилетие аномально тёплые зимы оказывают существенное влияние на воспроизводство ладожской популяции кольчатой нерпы. Наиболее ярким примером в этом отношении стала зима 2019–2020 гг., когда ледовый покров на акватории Ладожского озера не сформировался вовсе. Незначительный по площади и непродолжительный по времени береговой припай был отмечен в феврале-марте лишь в шхерном районе и в Свирской губе. По данным Гидрометцентра России, зима 2019–2020 гг. стала самой тёплой за всю 130-летнюю историю инструментальных наблюдений на территории Российской Федерации<sup>2</sup>. Аномально тёплая зима 2019–2020 гг. поставила ряд новых вопросов перед исследователями ладожской нерпы. Где будет размножаться нерпа в условиях, когда практически вся акватория Ладожского озера свободна ото льда? Насколько эффективно будет воспроизводство нерпы в этих условиях? Как проводить количественный учёт нерпы, когда традиционный метод авиаучёта ледовых залёжек с пересчётом на площадь ледовых полей неприменим из-за отсутствия ледового покрова?

Перечисленные вопросы определили цель настоящей работы: исследование распределения и численности ладожской кольчатой нерпы в условиях аномально тёплой зимы и разработка методики авиационного учёта численности нерпы в зимне-весенний период при отсутствии ледового покрова на Ладожском озере. Результаты данного исследования были представлены и обсуждены на XI Съезде Териологического общества при РАН, прошедшем в Москве 14–18 марта 2022 г. на площадке Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН [Бизиков и др., 2022].

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Авиаучётные работы на Ладожском озере проводили в период с 16 апреля по 2 мая 2020 г., соответствующий периоду формирования нерпой зимне-весенних линных залёжек [Kunnasranta et al., 2001]. Для проведения авиаучётных работ были использованы два беспилотных летательных аппарата (БПЛА) Supercam S350 с максимальной дальностью полёта не менее 240 км. Каждый БПЛА был оборудован фотокамерой SONY A6000 с разрешением 24 Мп на фиксированной платформе с двумя сменными широкоугольными объективами с постоянным фокусным расстоянием на 20 мм и на 35 мм. Облёты проводили на высоте от

150 до 300 м. При нахождении крупных залёжек особей облёты проводили повторно для более точного учёта всех особей. В ходе проведения авиасъёмочных работ были выполнены 8 полётов общей продолжительностью 10 часов 15 минут, суммарная протяжённость маршрутов полётов составила 907 км. Координаты точек, соответствующих местам наблюдения животных, представлены в системе координат WGS84.

По итогам выполнения авиасъёмки получено 20 426 фотографий. Для каждой фотографии определены координаты, время, высота, тангаж, курс и скорость полёта.

Особенностью авиаучёта 2020 г. стало то, что в отсутствие ледового покрова на акватории Ладожского озера все нерпы, зарегистрированные в ходе авиационных облётов, были приурочены к северо-западной (шхерной) части озера (береговой линии, островам, отдельным камням, отмелям, пологим плитам), и ни одного животного не было обнаружено на открытой воде. По этой причине традиционная методика авиаучёта [Платонов и др., 2013; Бизиков и др., 2021], предусматривающая подсчёт нерп на трансектах над ледовыми полями с последующей экстраполяцией на всю площадь ледового покрова, оказалась неприменима. В связи с этим была разработана экспериментальная методика авиаучёта, предусматривающая обследование береговой линии, в том числе традиционных мест береговых залёжек, известных по литературным данным, а также участков береговой линии с подходящим субстратом (крупные камни, луды, пологие плиты в северной части акватории), потенциально пригодных для залёжек нерпы.

Камеральную обработку фотоматериала проводили двумя методами. Первый метод включал вспомогательную автоматизированную обработку материалов авиасъёмки при помощи программы «Система автоматизированной обработки материалов авиасъёмки водных биологических ресурсов и формирования отчётов исследований» (САОМА ВБР), которая помогает в автоматическом режиме (на основе нейронной сети) обработать массив данных, определив наличие объектов поиска (нерпа) и отфильтровав «пустые» массивы [Бизиков и др., 2021]. На подготовительном этапе были отобраны фотографии с целью создания обучающей выборки для нейронной сети. Для этого выбирали фотоматериалы с визуально различимыми объектами (нерпами). После обучения нейронной сети с использованием размеченных фотоматериалов обучающей выборки проводили обработку всего массива фотоматериалов. Результаты автоматической идентификации, представленные с различной точностью определения нерпы, верифицировали вручную путём

<sup>2</sup> Небывало тёплая зима в России. <https://meteoinfo.ru/novosti/16824-nebyvalo-teplaya-zima-v-rossii>

тотального просмотра всех фотографий с участками береговой линии.

После обработки и верификации полученных результатов по итогам автоматизированной обработки (рис. 2) для каждой идентифицированной особи были получены координаты нахождения, время фотофиксации и источник (фотография), на котором особь была идентифицирована. На этом этапе исключались повторные учёты отдельных особей на перекрывающихся участках смежных фотографий (из-за перекрывания зон фотофиксации), а также, в некоторых случаях, перекрывающихся кадров соседних трансект маршрута БПЛА.

Использование автоматизированной компьютерной системы «САОМА ВБР» обеспечило сохранение всех первичных данных авиаучёта (фото- и видеоматериалов), а также результатов их обработки (идентификации) в базе данных авиационных учётов ФГБНУ «ВНИРО», где они доступны для повторного анализа и исследования в будущем.

При подсчёте вторым методом, вначале проводили отбор из общего массива фотоданных с участками береговой линии, представляющими интерес для дальнейшего анализа. Подсчёт животных на фотографиях производился визуально, независимо двумя

учётчиками. При обнаружении объекта, похожего на животное, каждый учётчик фиксировал своё мнение в отношении этого объекта (животное ли это? — «да» или «нет»). По полученным оценкам рассчитывалась метрика «каппа Коэна» (наличие/отсутствие животных на изображении) [McHugh, 2012]. Данная метрика характеризует согласие в оценках двух экспертов для категориальных признаков с учётом фактора случайного согласия. В дальнейшем проводилась кросс-валидация результатов: все изображения, на которых, по мнению хотя бы одного из учётчиков, присутствовали животные, пересматривались повторно, наличие животных подтверждалось или опровергалось. Общая численность непосредственно учтённых животных подсчитывалась с учётом частичного перекрытия смежных кадров, а также перекрывающихся кадров соседних трансект маршрута БПЛА.

Результаты подсчёта обоими методами сравнивались между собой для каждого полёта БПЛА; случаи расхождения в оценках анализировались дополнительно для выяснения причин и выработки консенсусной оценки трёх учётчиков. В спорных моментах принимались минимальные значения количества идентифицированных особей.



**Рис. 2.** Пример фотографии прибрежной зоны, обработанной системой САОМА ВБР. Участок побережья, на котором присутствуют нерпы, маркирован в левой части фотографии красным контуром. Стрелка указывает на его увеличенное изображение (в правой части фотографии). Распознанные объекты (нерпы) помечены прямоугольниками с присвоенными индивидуальными кодами

**Fig. 2.** An example of a photo of the coastal zone processed by a computer neural network system “SAOMA VBR”. The section of the coast where seals are present is marked in the left part of the photo with a red rectangle. The arrow points to its enlarged image (on the right side of the photo). Recognized objects (seals) are marked with rectangles with assigned individual codes

Данные по численности непосредственной учётных животных в ходе авиаучёта были использованы для создания статистической модели распределения животных по участкам береговой линии северной части Ладожского озера. Основные допущения применяемой модели были следующими:

1. Экстраполяция проводилась только в пределах северной части Ладожского озера (шхерный район). В расчёте была использована общая протяжённость береговой линии от г. Приозерск (створ р. Вуокса) на западном берегу до нижней оконечности о. Лункулансаари на восточном, включая все острова. Из расчётов были исключена южная часть Ладожского озера, поскольку в ходе облётов в этом районе не было обнаружено ни одного животного. Экстраполяция плотности распределения нерпы на береговую линию южной части озера не проводилась.

2. На протяжении береговой линии шхерного района не все формы берегового рельефа были пригодны для формирования залёжек. Например, скалистые обрывистые берега шхер для залегания нерпы не подходят, и по этой причине эти участки побережья были исключены из расчётов.

3. Аппроксимация длины береговой линии, обследованной по фотоматериалам 2020 г., проводилась путём суммирования длин последовательных снимков (с учётом перекрытия снимков и высоты полёта БПЛА для каждого снимка), содержащих участки береговой линии. За единицу выборки статистической модели принимали 1 км маршрута БПЛА, проходящего вдоль береговой линии.

4. Поскольку часть особей нерпы во время авиасъёмки находилась под водой и была недоступна для наблюдения, для её учёта общее количество учётных нерп было увеличено на 30%, с использованием коэффициента, ранее определённого для ладожской нерпы [Антонюк, 1975].

Расчёт общей длины береговой линии северной части Ладожского озера проводили с использованием открытого картографического сервиса OpenStreetMap (<https://openstreetmap.ru>). По цифровым картографическим изображениям с помощью алгоритмов оконтуривания библиотеки OpenCV (<https://opencv.org/>) была получена серия последовательных контуров береговой линии; общая длина береговой линии была определена как сумма всех полученных контуров.

Для расчёта длины береговой линии, обследованной в ходе авиаучёта, использовались данные телеметрии БПЛА (координаты, дата и время, высота для каждого снимка), а также значения углов обзора применяемых фотообъективов (20 мм – 70,7°, 35 мм –

40,1°). По углу обзора и высоте для каждого снимка вычислялась длина кадра на поверхности земли. Из полученных значений длин для каждой пары последовательных снимков вычиталась величина, соответствующая зоне их перекрытия (рассчитывалась по расстоянию между координатами центров снимков), и полученная величина соответствовала «чистой» длине маршрута БПЛА.

Для построения статистической модели, значение «чистой» длины обследованной береговой линии разбивалось на стандартные отрезки длиной 1 км, соответствующие элементам выборки. Подсчитывалось число животных в пределах каждого стандартного отрезка, отрезкам без тюленей присваивались нулевые значения.

Построение и подбор параметров модели распределения животных по береговой линии, а также оценка доверительных интервалов полученной оценки численности животных проводились в среде статистического моделирования R (<https://cran.r-project.org/>).

Для визуализации пространственного распределения групп животных различного размера в ГИС системе QGIS 3.10 (<https://qgis.org/en/site/>) использовались базы данных Excel, созданные на основе данных по телеметрии БПЛА. В них была добавлена информация по числу животных на каждом снимке. По каждому полёту были построены карты с визуализацией групп различного размера, находящихся на «нитке» маршрута БПЛА.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

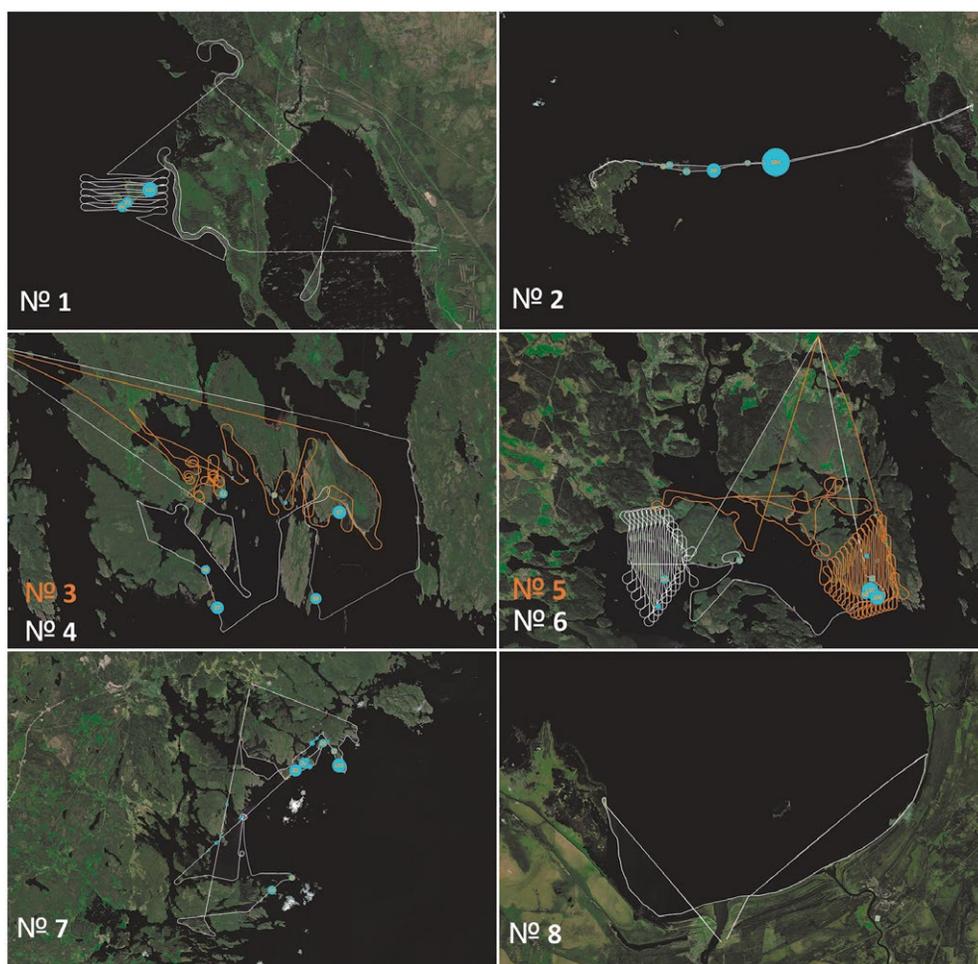
Полёты БПЛА для учёта нерпы на акватории Ладожского озера проводили 16, 18, 27, 28, 30 апреля и 2 мая 2020 г. Перерыв в полётах с 19 по 26 апреля был вызван метеоусловиями и организационными проблемами, связанными с ковидными ограничениями, действовавшими весной 2020 г. на территории Ленинградской области. В общей сложности были выполнены полёты по 8 маршрутам. На всех маршрутах, за исключением последнего, № 8, выполненного 2 мая 2020 г. над побережьем Волховской губы в южной части озера, были встречены нерпы. Количество животных, учётных в ходе одного вылета, варьировало от 75 до 785 особей (табл. 1). Все встреченные в ходе облётов нерпы находились вблизи береговой линии и на невысоких камнях, отдельно стоящих на мелководье.

Первые два полёта авиасъёмки (полёты № 1 и № 2) были выполнены в районах островов Западного архипелага, островов Валаамского архипелага, острова Мантинсаари, в границах Питкярнатского района Республики Карелия (рис. 3).

**Таблица 1** Количество нерп, обнаруженных в ходе авиаучётной съёмки Ладожского озера в период с 16 апреля по 2 мая 2020 г.

**Table 1.** Number of the Ladoga ringed seals detected during arial survey of the Ladoga Lake from April 16 till May 2, 2020

Номер маршрута (полета)	Дата	Общее количество нерп; экз.	Количество групп; шт.	Количество особей в группе; экз.		
				Среднее	Min	max
1	16.04.2020	314	9	34,9	1	133
2	18.04.2020	785	9	87,2	1	392
3	27.04.2020	175	9	19,4	1	97
4	27.04.2020	210	8	26,3	1	87
5	28.04.2020	320	14	22,9	1	127
6	28.04.2020	75	6	12,5	1	34
7	30.04.2020	474	26	18,2	1	103
8	02.05.2020	0	0	0	0	0
Итого		2 353	81	29,0	1	392



**Рис. 3.** Маршруты облётов в ходе авиаучётной съёмки в период с 16 апреля по 2 мая 2020 г. и расположение учтённых залёжек ладожской нерпы на маршрутах облётов. Голубые кружки отмечают места регистрации залёжек нерпы. Номера на фотографиях соответствуют порядковому номеру полёта в ходе авиаучётной съёмки (табл. 1); цвет номера маршрута соответствует цвету маршрута полёта на карте

**Fig. 3.** Flight routes of the aerial survey in the period from April 16 to May 2, 2020 and the location of the recorded groups of the Ladoga seals. Light blue circles mark the places of registration of seal groups. The numbers in the photos correspond to the flight sequence number during the aerial survey (Table 1); the color of the flight number corresponds to the color of the flight route on the map

В полете № 1 отмечены 9 групп, которые располагались на островах Варапасарет. Общее количество тюленей составило 314 особей (табл. 1).

На маршруте полёта № 2 (Валаамский архипелаг) были отмечены 9 групп тюленей. Наиболее многочисленная группа (392 особей) была обнаружена на одном из Крестовых островов, вторая по численности группа – 99 особей – была встречена на острове Соновый. Несколько групп зафиксировано на Байевых островах. Общее количество нерп по данному маршруту было максимальным для съёмки и составило 785 особи.

Полёты № 3–7 были выполнены на участках в районе шхер Ладожского озера от острова Сависалонсаари до п. Питкяранта в границах Лахденпохского, Сортавальского и Питкярантского районов Республики Карелия.

На маршрутах полётов № 3 и № 4 было отмечено 9 и 8 групп нерп, соответственно. Крупные залёжки нерп обнаружены в районе южных оконечностей островов, Пеллотсаари (97 шт.), Райпатсари (69 шт.), Орьятсари (49 шт.), Терватсари (87). Общее количество по двум маршрутам составило 385 особей (табл. 1).

На маршрутах полётов № 5 и № 6 было отмечено 14 и 6 групп нерп, соответственно. Максимальное количество нерп было встречено в районе южной оконечности острова Сури-Хепосари (297 шт.). Небольшие группы обнаружены на побережье островов (Хавус 23 шт.) и Палосари (34 шт.). Общее количество по двум маршрутам исследований составило 395 особей.

На маршруте полёта № 7 было встречено 26 групп нерп. Крупные залёжки нерп отмечены в рай-

оне островов Свиной (103 шт.), Маталасари (82 шт.), Ромпенсари (58 шт.), Калто (38 шт.), Питиясари (44 шт.), Кильписарет (23 шт.). Общее количество животных на маршруте полёта составило 474 особи.

Полет № 8 был выполнен в южной части Ладожского озера от о. Птинов до п. Вороново, включая острова Волховской губы, в границах Волховского района Ленинградской области (рис. 3). Этот облёт показал полное отсутствие нерпы в южной части Ладожского озера в период учёта.

В общей сложности в ходе авиаучёта была зафиксирована 81 группа животных, не считая одиночных особей. Различия в численности групп весьма значительны: так, наиболее многочисленная группа насчитывала 392 особи, а средняя численность групп нерп, встреченных в ходе съёмки, составила 29 особей.

Суммарное число нерп, непосредственно зафиксированных в ходе авиаучёта в северо-западной части Ладожского озера в апреле-мае 2020 г., составило 2 353 особи (табл. 1).

Суммарная длина контуров береговой линии на фотоснимках исследованного района, приведённая к реальному географическому масштабу, составила 1 676 км, однако, с учётом значительного перекрытия смежных снимков, величина которого варьировалась в пределах 70–80%, «чистая» длина береговой линии и прибрежной зоны, обследованной БПЛА, составила лишь 313 км.

На следующем этапе была сформирована выборка для пространственно-статистической модели, позволившая проанализировать распределение нерпы в прибрежной зоне обследованного района (рис. 4).

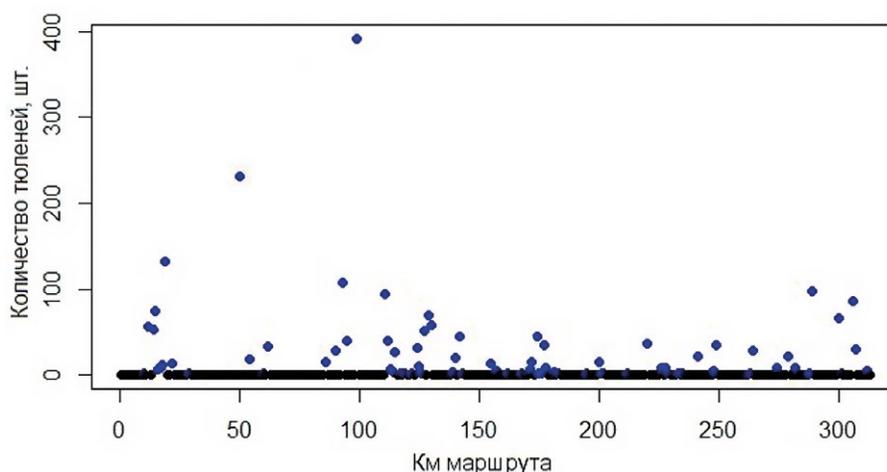


Рис. 4. Распределение числа животных по длине маршрута (суммарные значения в пределах стандартных отрезков длиной 1 км)

Fig. 4. Distribution of the number of seals along the survey routes (summary numbers within the standard 1-km segments of the flight routes)

Из 313 учётных километровых отрезков хотя бы одно животное присутствовало на 76, остальные отмечены как «пустые».

Средняя численность нерпы на пригодных для её залегания участках побережья, по данным съёмки, составила 12,18 экз. на 1 км береговой линии, при разбросе значений от 0 до 292 экз./км. Очевидно, что при таком большом разбросе простая экстраполяция средней плотности распределения нерп на общую длину побережья северной Ладogi, пригодную для образования её залёжек, была бы некорректной. В этих условиях был выбран подход статистического моделирования по методу т. н. «барьерной модели» [hurdle model, Cragg, 1971]. Это двухкомпонентная модель, где один из компонентов отвечает за оценку среднего числа животных на отрезках, а второй — за вероятность появления «пустых» отрезков при экстраполяции на общую длину побережья.

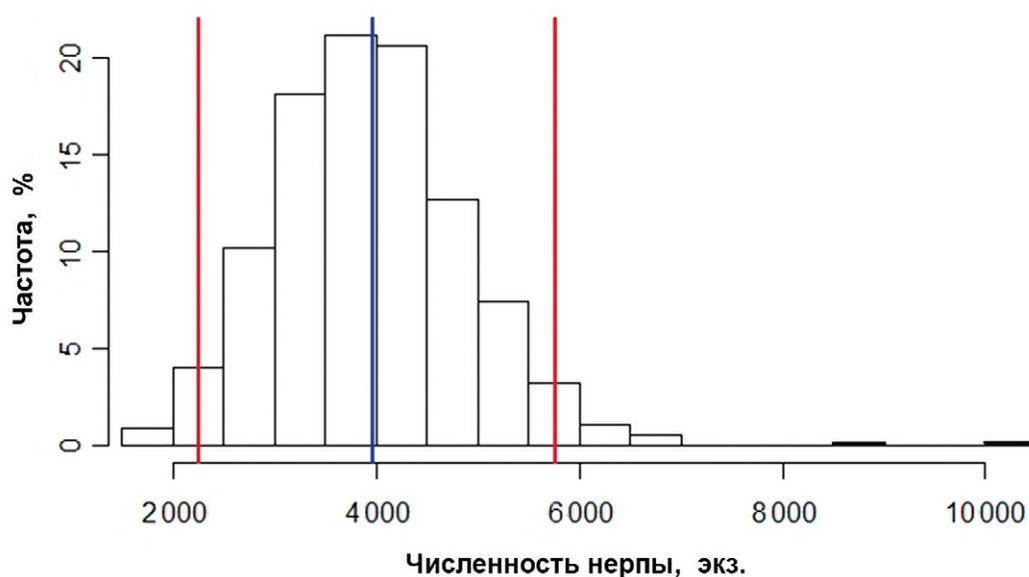
Эксперименты с «барьерной моделью» в среде статистического моделирования R (<https://www.r-project.org>) показали, что вероятность того, что участок побережья, пригодный для залегания нерпы, окажется не «пустым», по наблюдаемым данным составляет 0,32. В пересчёте на общую протяжённость береговой линии северной части озера это соответствует

ожидаемому наличию животных на  $1676 \text{ км} \times 0,32 = 536,32 \text{ км}$  береговой линии.

Для определения значений нижней и верхней границ 95%-ного доверительного интервала оценки общей численности нерпы был применён метод «бутстрепа» (bootstrap method) [Efron, 1979]. В результате получено распределение численности животных в 1000 сгенерированных псевдовыборках (рис. 5).

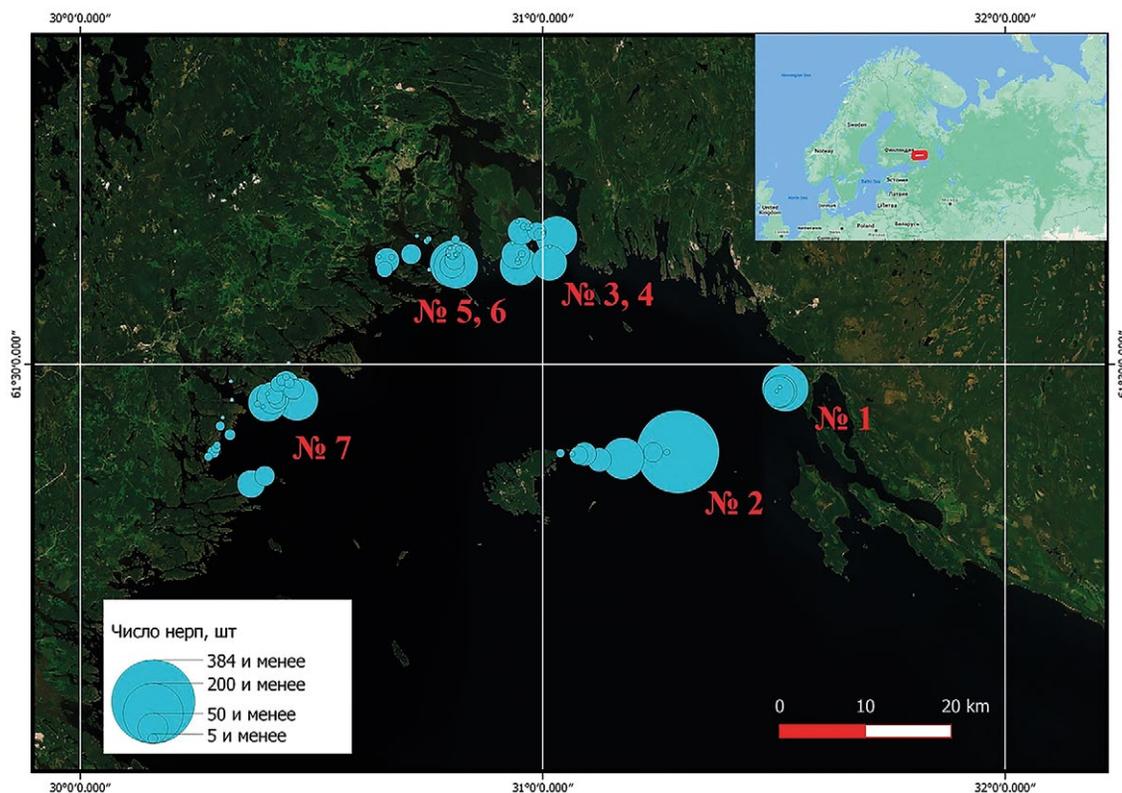
Средняя оценка численности нерпы при экстраполяции на всю длину береговой линии северной части Ладожского озера, рассчитанная методом бутстрепа, составила 3 976 особей; нижняя и верхняя границы 95%-ного доверительного интервала, составили 2 257 и 5 762 особи, соответственно. С поправкой на количество животных (30%), которые на момент учёта могли находиться в воде [Антонюк, 1975], общая численность популяции ладожской нерпы, по данным учётной съёмки в апреле-мае 2020 г., составила 5 680 особей; нижняя и верхняя границы 95%-ного доверительного интервала оценки — 3 224 особей и 8 232 особей, соответственно.

Пространственное распределение залёжек нерпы, встреченных в ходе авиасъёмки в апреле-мае 2020 г. в северной части Ладожского озера, было проанализировано с использованием ГИС системы QGIS 3.10; результаты анализа представлены на рис. 6.



**Рис. 5.** Распределение оценок численности нерпы (по оси абсцисс) в 1000 псевдовыборках, сгенерированных методом бутстрепа по оригинальной выборке. По оси ординат — частота реализаций оценок. Синяя линия — среднее значение численности животных для всех псевдовыборок (3 976 экз.), красные линии — нижняя и верхняя границы 95% доверительного интервала: 2 257 экз. и 5 762 экз., соответственно

**Fig. 5.** Distribution of the number of seals estimates (along the abscissa axis) in 1000 pseudo-samples generated by the bootstrap method for the original sample. On the ordinate axis is the frequency of realizations of the estimates. The blue line marks the average number of animals for all pseudo-samples (3,976 specimens), the red lines are the lower and upper limits of the 95% confidence interval: 2,257 and 5,762 specimens, respectively



**Рис. 6.** Распределение и размеры залёжек ладожской кольчатой нерпы (голубые круги) в северо-западном районе Ладожского озера, по данным авиаучёта 16.04.2020 г.– 02.05.2020 г. Красным шрифтом отмечены номера полётов учётной авиасъёмки

**Fig. 6.** Distribution and size of the Ladoga ringed seal groups (blue circles) in the north-western region of Lake Ladoga. The flight numbers of the aerial survey are marked in red

Самая крупная залёжка (392 особи) была обнаружена в ходе полёта 2 в районе Валаамского архипелага, на берегах Крестовых островов и острова Восточный Сосновый. У северо-восточного побережья Ладоги, в районе островов Вапасаарет, в ходе полёта № 1 была встречена крупная залёжка нерпы (122 особи) и две более мелкие – 61 и 54 особи. Наибольшее количество залёжек было встречено на акватории национального парка «Ладожские шхеры» (полёты №№ 3–7). Здесь были отмечены мелкие (менее 20 особей), средние (от 20 до 80 особей) и крупные (свыше 80 особей) залёжки нерпы. Так, в зал. Танкасаренселькя, на побережье о. Селькясаари во время полёта 6 были встречены две крупные залёжки (108 и 127 особей), две средние залёжки (27 и 35 особей) и несколько одиночных животных. В зал. Халинселькя, в ходе полётов 3 и 4, на островах Пеллотсаари, Терватсаари, Лусиккайнлуото и Лапосаари были встречены крупные и средние залёжки с численностью, соответственно 97, 87, 69 и 41 экз. В Якимварском заливе, в ходе полёта № 7 наиболее крупная группа нерп была встречена на побережье о. Свиной (103 особи).

На островах Якимварского залива (береговая линия в р-не п. Лахденпохья), а также на мелких островах в районе г. Сортавала (Хонкасало, Орьятсаари, Тамханка и др.) встречено много мелких групп животных, численностью от 1 до 50 особей. Характеризуя распределение нерпы в целом, следует отметить, что её наибольшие скопления встречены в наиболее труднодоступных районах в северной части Ладожского озера: на удалённых небольших островах и шхерах национального парка.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Метод авиационных учётов ластоногих начали использовать с 1970-х гг. XX века. В основе авиационных учётов лежит метод линейных трансект, при этом тюленей учитывают в период линьки в марте-апреле, когда значительная часть особей залегают на льду. Методика учёта ладожской нерпы представляла собой выделение пробных площадей на акватории Ладожского озера, закладывание самолётом нескольких трансект (галсов) и дальнейший расчёт плотности залегания нерп с перерасчётом на общую численность на основании данных

с пробной площадки. По итогам первого авиаучёта численность ладожской нерпы оценивалась в 2 200 особей, что, предположительно, являлось заниженным результатом. Реальный размер популяции, исходя из количества лунок, составлял более 5 100 особей [Жеглов, Чапский, 1971].

Авиаучёты численности ладожской нерпы, проводившиеся независимо двумя группами исследователей, дали различные результаты. Согласно данным А.А. Антонюка [1975], в 1973 г. численность популяции составила 3 500–4 700 особей (расчётное среднее число тюленей, находящихся на льду в момент учёта, составило 1 870 особей). По мнению автора [Антонюк, 1975], численность ладожского тюленя сократилась вдвое по сравнению с 1940–1950 гг. XX века. По данным И.Е. Филатова [1984], численность нерпы в 1971–1972 гг. составляла 10 000–12 000 особей, в 1974 г. – около 10 000 особей., в 1978 г.– 11 800–13 800 особей., в 1979 г.– 10 000–12 000 особей. На том же уровне численности оценивалась популяция ладожской нерпы и в 1980-е гг.: в 1982 г.– 10 200–12 500 особей; в 1985 г.– 11 500–12 500 особей [Филатов, 1990]. Авиаучёт, проведённый на Ладожском озере в апреле 1994 г., показал почти двукратное сокращение численности нерпы: на льду было учтено 2 000 нерп, а общая численность популяции нерпы была оценена в 5 000 особей [Sipilä et al., 2002].

Последний по времени авиационный учёт ладожской нерпы был проведён в 2012 г. По результатам этого авиаучёта, численность тюленей на льду была оценена в 5 068–5 211 особей [Trukhanova et al., 2013], а общая численность популяции – 6 500 особей [Веревкин, Высоцкий, 2013].

В летне-осенний период открытой воды в различные годы наиболее многочисленные залёжки нерпы фиксировались в районе Валаамского архипелага: на восточном берегу о. Валаам и особенно на цепи островов и луд, идущих к востоку от о. Валаам (табл. 2). Ладожская кольчатая нерпа нередко отмечалась на открытых, удалённых от западного берега островах у шхерного района. В исследованиях прошлых лет в южной части акватории Ладоги группы тюленей меньшей численности отмечались только на о. Сало и о. Птинов.

Весной 2020 г. для авиаучёта нерпы на Ладожском озере были впервые применены БПЛА. В целом, они показали свою высокую эффективность и ряд преимуществ по сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами: самолётами и вертолётами. Летящие на высоте свыше 150 м БПЛА были практически бесшумными и невидимыми для нерп; животные не обращали на них никакого внимания и вели себя совершенно естественно. Использование БПЛА в будущих съёмках позволит значительно увеличить зону непосредственного учёта,

что существенно повысит достоверность и точность оценок общей численности популяции этого вида. По данным учёта 2020 г., наибольшие скопления ладожской нерпы зарегистрированы на островах Валаамского архипелага и на удалённых небольших островах и шхерах национального парка «Ладожские шхеры».

При сопоставлении результатов авиаучёта 2020 г. с данными предыдущих лет следует отметить различие в сроках учётов, а также важную особенность природных условий, в которых проводился учёт животных в 2020 г. Так, учёт был проведён в зимне-весенний период, тогда как предыдущие учёты проводились в весенне-летний период. При этом, общим условием для всех четырёх исследований было то, что Ладожское озеро было почти полностью свободно ото льда, хотя в последнем случае это соответствовало нетипичным условиям мягкой зимы.

Распределение нерпы в ледовый период, согласно литературным данным [Антонюк, 1975; Филатов, 1978; Медведев и др., 2006; Trukhanova et al., 2013], равномерно по всей акватории озера, но её всегда больше в южных или юго-восточных районах, где ледостав начинался раньше, а лёд был менее подвержен разрушению и дольше держался [Филатов, 1978]. Наши данные показывают, что в мягкие тёплые зимы недостаток льда на Ладоге обуславливает концентрацию тюленей в северной шхерной части озера. По мнению ряда авторов [Kunnasranta et al., 2001; Медведев, Сипиля, 2010], до 20% популяции нерпы может зимовать и размножаться в шхерах Северной Ладоги (Лахденпохском и Сортавальском районах).

Важной особенностью распределения ладожской нерпы в апреле-мае 2020 г. стало то, что, в условиях аномально тёплой зимы и отсутствия на озере ледяного покрова вся нерпа располагалась на береговой линии и отдельно стоящих камнях, в результате чего традиционные площадные методы оценки её численности были неприменимы. Применение методов статистического моделирования показало возможность оценивать численность популяции нерпы и в отсутствие ледового покрова, путём аппроксимации по береговой линии с учётом участков берега, пригодных для залегания ладожской нерпы. Полученная в нашей работе оценка численности ладожской кольчатой нерпы, выполненная для прибрежной зоны северной части акватории Ладожского озера в условиях отсутствия ледового покрова составила 5 680 особей, что близко к оценке, полученной для всей акватории Ладоги в 2012 г. с применением стандартного площадного метода учёта животных на ледовых залёжках – 6,5 тыс. особей [Веревкин, Высоцкий, 2013; Trukhanova et al., 2013]. Таким образом, данные авиа-

**Таблица 2.** Распределение залёжек ладожской кольчатой нерпы в период открытой воды по результатам судовых учётов в XX в. [по Труханова, 2013]

**Table 2.** Distribution and number of the Ladoga ringed seal groups during the open – water period according to the results of ship records in the XX century [according to Trukhanova, 2013]

Район исследования	Общая численность ладожской кольчатой нерпы по учётам на береговых залёжках, сроки проведения учётов				
	Июнь-сентябрь 1949–1952 гг. (Соколов, 1958а)	Июнь-август 1978 г. (Филатов, 1990)	Май-сентябрь 1994 (Медведев и др., 2000)	11 июня-17 июля 2000 (Агафонова и др., 2006)	16 апреля-2 мая 2020 г.
Северные районы Ладоги	▲	▲	▲	▲	2353* (всего)
Валаамский архипелаг	▲	300	300	10–300	400–500*
о. Вассинансаари	80	100–200		10–80	–
о. Мюккерике	–	50–100	10–100	10–30	–
о. Ялансаари	–	50–100		30–60	–
о. Веркосаари	▲	–	–	–	–
о. Коневец	–	–	▲	20	–
о. Сури	▲	–	–	–	–
о. Парго	–	50–100	–	–	–
о-ва Варпасаарет	–	–	–	–	150*
о. Мантинсаари	–	–	▲	Менее 10	–
о. Кухка	–	–	–	Менее 10	30–50*
о. Кильписарет	–	–	–	Менее 10	10–20*
Береговая линия, о-ва Якимварского залива (берег в р-не п. Лахденпохья)	–	–	–	–	200–300*
О-ва в р-не г. Сортавала (Хонкасало, Орьятсаари, Тамханка и др.)	–	–	–	–	400–500*
Южные районы Ладоги	▲	–	–	0	400** (всего)
о.Сало		–	–	–	–
о.Гатчий	до 100	–	–	–	–
о.Маячий		–	–	–	–
о.Птинов	10–20	–	–	–	–
Сев. ч. Свриской губы (створ рек Ситика и Пельчужия)	–	–	–	–	ок. 400**

*Примечание:* \* собственные данные по материалам аэрофотосъёмки 2020 г.; \*\* по данным ФБГУ «Нижне-Свирский государственный природный заповедник». Условные обозначения: ▲ – ладожская кольчатая нерпа отмечена в районе исследования, однако её численность не указывается; «–» – нет данных.

учёта 2020 г. позволяют сделать предварительный вывод о том, что за последние 8 лет численность популяции ладожской нерпы существенно не изменилась.

В соответствии с выбранной методологией оценки численность животных на условном стандартном отрезке обследованного побережья рассматривалась как случайная величина. Принимая во внимание тот факт, что по полученным данным на большинстве отрезков береговой линии животных не наблюдалось («нулевые» отрезки), для адекватного статистического моделирования распределения данной величины была выбрана двухкомпонентная модель.

Биологический смысл такой двухкомпонентной модели можно интерпретировать следующим образом: в условиях неодинаковой ценности прибрежных биотопов для формирования залёжек, «нулевые» отрезки соответствуют непригодным для залегания биотопам. Тюлени способны активно выбирать участки побережья для залёжек.

Очевидно, не следует делать выводы о пригодности или непригодности тех или иных биотопов побережья северной Ладоги для береговых залёжек нерпы только лишь на основании полученных результатов моделирования. Целью построения описанной

двухкомпонентной модели является оценка численности нерпы в северной части акватории, тогда как неодинаковая ценность биотопов — одно из допущений модели.

Также необходимо отметить, что описанная методика оценки численности ладожской кольчатой нерпы является экспериментальной, требует проверки посредством сравнения с результатами, полученными с применением других методов учёта.

Суммарное число нерп, непосредственно зафиксированных в ходе авиаучёта в северо-западной части Ладожского озера в апреле-мае 2020 г., составило 2 353 особи, что значительно больше количества нерп, непосредственно учтённых в ходе авиаучётных съёмов прошлых лет: 682 особи в 1973 г. [Антонюк, 1975], или 807 особей в 2012 г. [Веревкин, Высоцкий, 2013]. По-видимому, в условиях аномально тёплой безлёдной зимы облёт прибрежной зоны с использованием БПЛА позволяет зафиксировать максимальное число особей в массовых скоплениях, которые при наличии льдов были бы распределены по площади гораздо более разреженно и равномерно. В северных районах озера тюлени используют для залегания скалистые побережья островов или полузатопленные луды, удалённые от берега на несколько сотен метров; в южных районах — отдельные камни или скопления валунов [Соколов, 1958б]. Такая концентрация животных, предположительно, в северных шхерных районах и островах в условиях практически полного отсутствия льда может объясняться доступностью твёрдого субстрата (пологие луды, прибрежные валуны), подходящего для залёжек. Кроме того, в полузакрытых шхерах, в относительно затишных условиях легче идёт образование припайного льда, т. е. минимальной площади субстрата, к которому нерпы адаптированы и строго приурочены в период размножения. По-видимому, в безлёдных условиях мягкой зимы 2020 г. доступность подходящих мест для залёжек, спаривания и размножения в зимне-весенний период может играть роль лимитирующего фактора для популяции ладожской кольчатой нерпы.

Таким образом, северные шхерные районы Ладоги могут представлять своеобразное убежище для ладожской кольчатой нерпы в условиях мягких малоледных зим благодаря распространённости твёрдого субстрата, подходящего для залегания, а также наличию множества узких, полузакрытых заливов, где условия способствуют относительно быстрому образованию ледового припая.

В заключение стоит отметить, что по данным ФБГУ «Нижне-Свирский государственный природный заповедник» (М. А. Антипин), крупная залёжка

животных, насчитывающая около 400 особей, была зафиксирована 13 апреля 2020 г. на припайном льду в северной части Свирской губы, на полосе прибрежного льда от 0,1 до 2,8 км от берега и около 6 км в длину. Однако уже к 18 апреля лёд в этом районе исчез полностью, а вместе с ним исчезли и нерпы. Во время авиаучёта в апреле-мае 2020 г. побережье в районе Свирской губы обследовано не было. Могла ли часть этих животных переместиться в северные районы Ладоги, где проводился авиаучёт — сказать затруднительно.

Предложенный экспериментальный метод учёта ладожской кольчатой нерпы по береговой линии может быть использован в отсутствие ледового покрова для объективной оценки численности популяции ладожской нерпы при условии, что будут проводиться регулярные в долгосрочной перспективе авиасъёмки на основных целевых участках с одинаковыми условиями проведения наблюдений. При этом необходимо покрывать облётами больше районов, в т. ч. в южной части акватории, захватывая припайные льды, а также участки береговой линии с различным субстратом. Детально методология полётов, сбора материала и технические подробности методов камеральной обработки изложены в научном отчёте ФГБНУ «ВНИРО» за 2021 г.<sup>3</sup>

Актуальные данные по численности, распределению и поведению ладожского подвида кольчатой нерпы обеспечат научно-обоснованный подход к разработке мероприятий, направленных на охрану водных биологических ресурсов, занесённых в Красную книгу Российской Федерации.

### **Благодарности**

Авторы сердечно благодарят И. С. Труханову за обсуждение, ценные замечания и рекомендации, сделанные в ходе подготовки настоящей работы.

### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

### **Соблюдение этических норм**

Все применимые этические нормы соблюдены.

### **Финансирование**

Работа выполнена в рамках Госзадания ФГБНУ «ВНИРО».

<sup>3</sup> Отчет о НИР в рамках исполнения государственного задания № 076-00002-21-01 на 2021 г. «Проведение прикладных научных исследований. Заключительный». ФГБНУ «ВНИРО». 2021. 825 с.

## ЛИТЕРАТУРА

- Агафонова Е.В., Веревкин М.В., Медведев Н.В., Сипиля Т., Соколовская М.В., Шахназарова В.Ю. 2006. Характер размещения релаксационных залёжек ладожской кольчатой нерпы (*Phoca hispida ladogensis*) и численность животных на них в летний период на островах Валаамского архипелага // Мат. IV межд. симп. «Динамика популяций охотничьих животных северной Европы», г. Петрозаводск, 18–22 сентября 2006 г. Петрозаводск: ИБ КарНЦ РАН. С. 5–9.
- Агафонова Е.В., Веревкин М.В., Сагитов Р.А., Сипиля Т., Соколовская М.В., Шахназарова В.Ю. 2007. Кольчатая нерпа в Ладожском озере и на островах Валаамского архипелага. *Vammalan Kirjain Ouy*, 61 с.
- Агафонова Е.В., Веревкин М.В., Сипиля Т., Соколовская М.В., Шахназарова В.Ю. 2010. Мониторинг численности ладожской кольчатой нерпы на релаксационных залёжках на островах Валаамского архипелага: выбор оптимальной стратегии // Состояние популяции, проблемы и пути сохранения ладожской нерпы (*Phoca hispida ladogensis*). Мат. межд. совещания (24–25 марта 2009 г., г. С. Петербург, Россия) СПб. С. 3–12.
- Антонюк А.А. 1975. Оценка общей численности популяции тюленя *Pusa hispida ladogensis* Ладожского озера // Зоологический журнал. Т. 54. Вып. 9. С. 1371–1377.
- Бизиков В.А., Петерфельд В.А., Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Петров Е.А., Бобков А.И., Ткачев В.В., Сидоров Л.К., Болтнев Е.А. 2021. Методические рекомендации по проведению учёта приплода байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) с беспилотных летательных аппаратов в Байкальском рыбохозяйственном бассейне. М.: Изд-во ВНИРО. С. 56.
- Бизиков В.А., Лукина Ю.Н., Сидоров Л.К., Сабиров М.А., Труханова И.С. 2022. Численность и распределение ладожской нерпы в аномально тёплую зиму 2020 года: оценка по результатам авиаучёта // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XI Съезд Териологического общества при РАН). Мат. конф. с межд. участием, 14–18 марта 2022 г. Москва, ИПЭЭ РАН. М.: Тов-во научных изданий КМК. С. 38.
- Веревкин М.В. 2003. Результаты авиаучёта кольчатой нерпы на Ладожском озере // Мат. III межд. симп. «Динамика популяций охотничьих животных северной Европы», г. Сортавала, 16–20 июня 2002 г. Петрозаводск: ИБ КарНЦ РАН. С. 202–204.
- Веревкин М.В., Высоцкий В.Г. 2013. Современное состояние популяции ладожской кольчатой нерпы // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Вып. 4. С. 14–25.
- Веревкин М.В., Медведев Н.В., Сипиля Т. 2006. Гибель ладожской нерпы (*Phoca hispida ladogensis*) в приловах // Морские млекопитающие Голарктики. Мат. 4-ой межд. конф. СПб.: С. 130–133.
- Веревкин М.В., Труханова И.С., Сипиля Т. 2010 а. Взаимоотношения ладожской кольчатой нерпы (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) и рыбного промысла на Ладожском озере // Состояние популяции, проблемы и пути сохранения ладожской нерпы (*Phoca hispida ladogensis*). Мат. межд. совещания (24–25 марта 2009 г., г. С. Петербург, Россия) СПб. С. 37–41.
- Веревкин М.В., Сагитов Р.А., Сипиля Т. 2010 б. Кольчатая нерпа (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) Ладожского озера // Состояние популяции, проблемы и пути сохранения ладожской нерпы (*Phoca hispida ladogensis*). Мат. межд. совещания (24–25 марта 2009 г., г. С. Петербург, Россия) СПб. С. 32–36
- Глазов Д.М., Кузнецова Д.М., Соловьева М.А., Уличев В.И., Рожнов В.В. 2019. Использование ладожской кольчатой нерпой *Pusa hispida ladogensis* акватории Ладожского озера в осеннее–зимний период по данным спутниковой телеметрии // Зоологический журнал. Т. 98. Вып. 6. С. 1371–1377.
- Жеглов В.А., Чапский К.К. 1971. Опыт авиаучёта кольчатой нерпы, серого тюленя и их лунок в заливах Балтийского моря и на Ладожском озере // Труды АтлантНИРО. Вып. 39. С. 323–342.
- Земский В.А., Филатов И.Е. 1986. Численность ладожской нерпы по данным авиаучёта весной 1985 года // Мат. Совещания «Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих». Архангельск: ОБЛСТАТ. С. 154–156.
- Зубов А.И. 1965 Мероприятия по организации промысла нерпы в Ладожском озере и Финском заливе // Рыбное хозяйство. № 5. С. 22–24.
- Красная книга Российской Федерации. 2021. Т. «Животные». 2-е издание. М.: ВНИИ Экология. 1128 с.
- Медведев Н.В., Сипиля Т., Куннасранта М., Хюваринен Х. 2000 Ладожская нерпа // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья (оперативно–информационные материалы). Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 325–332.
- Медведев Н.В., Веревкин М.В., Сипиля Т. 2006. Характер распределения ладожской нерпы (*Phoca hispida ladogensis*) по акватории озера в ледовый сезон // Морские млекопитающие Голарктики. Сб. науч. тр. по материалам 4-ой междунар. конф. СПб.: СПбГУ. С. 358–360.
- Медведев Н.В., Сипиля Т., Веревкин М.В. 2010. Состояние популяции ладожской кольчатой нерпы (*Phoca hispida ladogensis*), основные угрозы её благополучию и рекомендуемые меры охраны // «Состояние популяции, проблемы и пути сохранения ладожской нерпы (*Phoca hispida ladogensis*)». Мат. межд. совещания (24–25 марта 2009 г., г. С. Петербург, Россия) СПб. С. 51–58.
- Медведев Н.В., Сипиля Т. 2010 Особенности зимовки и размножения кольчатой нерпы (*Phoca hispida ladogensis*) в северной части Ладожского озера // Труды КарНЦ РАН. № 1. С. 86–94.
- Носков Г.А., Гагинская А.Р. 2002. Красная книга природы Ленинградской области. Животные. Том 3. СПб.: ООО «СICON». 480 с.
- Платонов Н.Г., Мордвинцев И.Н., Рожнов В.В. 2013 О возможности использования спутниковых изображений высокого разрешения для обнаружения морских млекопитающих // Известия РАН. Серия биологическая. № 2. С. 217–226.
- Соколов А.С. 1958 а. О питании ладожского тюленя и целесообразности его промысла // Рыбное хозяйство. № 10. С. 25–27.
- Соколов А.С. 1958 б. Материалы по биологии ладожского тюленя // Учёные записки ГПИ им. Герцена. Т. 179. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена. С. 97–112.

- Тормосов Д.Д., Филатов И.Е. 1977. О статье А.А. Антоныка «Оценка общей численности популяции тюленя Ладожского озера» // Зоологический журнал. Т. 56. Вып. 9. С. 1425–1427.
- Тормосов Д.Д., Филатов И.Е. 1984. Современное состояние популяций тюленей Балтийского моря и Ладожского озера // Морские млекопитающие. М.: Наука. С. 276–284.
- Труханова И.С., Сагитов Р.А., Веревкин М.В., Алексеев В.А., Андриевская Е.М. 2012. Ладожская кольчатая нерпа и рыбный промысел: почему возник конфликт? // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). № 2. С. 232–238.
- Труханова И.С. 2013. Состояние популяции ладожской кольчатой нерпы (*Phoca hispida ladogensis*) в контексте многолетних и сезонных изменений экологических факторов. Автореф. ... канд. биол. наук. СПб.: СПбГУ. 17 с.
- Филатов, И.Е. 1978. Сезонное распределение нерпы Ладожского озера // Морские млекопитающие. Тез. докл. 7-го Всесоюзного Совещания. М.: ЦНИИТЭИРХ. С. 342–343.
- Филатов И.Е. 1984 Биология и хозяйственное значение ладожской кольчатой нерпы: Автореф. ... канд. биол. наук. Киев.: ИЗ АН УССР. 20 с.
- Филатов, И.Е. 1990. Ладожская кольчатая нерпа // Редкие и исчезающие виды млекопитающих СССР. М.: Наука. С. 57–64.
- Чапский, К.К. 1932. Ладожский тюлень и возможности его промысла // Известия Ленинградского Научно-исследовательского Ихтиологического института. Т. 13 Вып.2. С. 147–157.
- Hilton-Taylor, C. (compiler). 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 61 p.
- Kunnasranta M., Hyvärinen H., Sipilä T., Koskela J. 1999. The diet of the Saimaa ringed seal *Phoca hispida saimensis* // Acta Theriologica. V. 44(4). P. 443–450.
- Kunnasranta M., Hyyärinen H., Sipilä T., Medvedev N. 2001. Breeding habitat and lair structure of the ringed seal in northern Lake Ladoga in Russia. // Polar Biology. V. 24. P. 171–174.
- McHugh M.L. 2012. Interrater reliability: The kappa statistic // Biochemia Medica. V. 22 (3): P. 276–282. doi:10.11613/bm.2012.031
- Sipilä T., Medvedev N., Kunnasranta M., Bogdanov V., Hyvärinen H. Species. 2002. Present status and recommended conservation actions for the Ladoga seal (*Phoca hispida ladogensis*) population // WWF Suomen Report. N.15. Helsinki. 30 p. DOI:10.13140/RG.2.2.36446.38723
- Trukhanova I.S., Gurarie E., Sagitov R.A. 2013. Distribution of hauled-out Ladoga ringed seals (*Pusa hispida ladogensis*) in spring 2012 // Arctic. V. 66 (4). P. 417–428.
- Efron B. 1979. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife // Annals of Statistics. V. 7, no. 1. P. 1–26.
- John G. Cragg. 1971 Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods // Econometrica. V. 39, No.5. P. 829–844
- ladogensis*) and their abundance on the islands of the Valaam Archipelago (Lake Ladoga) in summer // «Dynamics of game animals populations in northern Europe Proceedings». The 4th Intern. symp. 18–22 Sept., 2006, Petrozavodsk, Karelia, Russia Petrozavodsk: KarRC RAS, P. 5–9 (In Russ.)
- Agafonova E. V., Verevkin M. V., Sagitov M. V., Sipilä T., Sokolovskaya M. V., Shakhnazarova V. Ju. 2007. The Ringed seal in Lake Ladoga and the Valaam Archipelago. Vammalan Kirjapaino Oy. 61 p. (In Russ.)
- Agafonova E. V., Verevkin M. V., Sipilä T., Sokolovskaya M. V., Shakhnazarova V. Ju. 2010 Monitoring of the Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis* nordq. 1899) population on haul-outs at the islands of the Valaamo archipelago // Population status and conservation of the Ladoga ringed seal (*Phoca hispida ladogensis*): Proceedings (March, 24–25, 2009, St. Petersburg, Russia) St. Petersburg: P. 3–12. (In Russ.)
- Antoniuk A.A. 1975. Estimation of the total population density of the Lake Ladoga seal (*Pusa hispida ladogensis*) // Russian Journal of Zoology. V. 54(9). P. 1371–1377. (In Russ.)
- Bizikov V.A., Peterfeld V.A., Chernook V.I., Kuznetsov N.V., Petrov E.A., Bobkov A.I., Tkachev V.V., Sidorov L.K., Boltnev E.A. 2021. Methodological recommendations for the accounting of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) offspring using unmanned aerial vehicles in the Baikal fishery basin. Moscow: VNIRO Publish. P. 56. (In Russ.)
- Bizikov V.A., Lukina Ju. N., Sidorov L.K., Sabirov M.A., Trukhanova I.S. 2022. Abundance and distribution of the Ladoga seal in anomalous warm winter 2020: estimate based on the results of the aerial survey // Proceedings XI Congress of the Theriological Society at the RAS (14–18 March 2022, Moscow, Russia IPEE RAS). KMK Scientific Press Ltd.. p. 38. (In Russ.)
- Verevkin M.V. 2002. Results of the aerial survey of the ringed seals in the Ladoga Lake // «Dynamics of game animals populations in northern Europe» Proceedings The 3rd Intern. symp. 16–20 June, 2002 r., Sortavala) Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS. P. 202–204. (In Russ.)
- Verevkin M.V., Vysotskiy V.G. 2013. Current status of the Ladoga ringed seal *Pusa hispida ladogensis* (Nordquist, 1899) // Vestnik SPSU. Ser. 3. Iss. 4. P. 14–25. (In Russ.)
- Verevkin M.V., Medvedev N.V., Sipilä T. 2006. By-catch mortality of the Ladoga seal (*Phoca hispida ladogensis*) population // Marine mammals of the Holarctic. Collect. papers VI Intern. Conf. Saint-Petersburg. September 10–14. P. 130–133. (In Russ.)
- Verevkin M.V., Trukhanova B.C., Sipilä T. 2010 a. The Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) – fisheries interactions on Lake Ladoga // Population status and conservation of the Ladoga ringed seal (*Phoca hispida ladogensis*): Proceedings (March, 24–25, 2009, St. Petersburg, Russia). St. Petersburg: P. 37–41. (In Russ.)
- Verevkin M.V., Sagitov R.A., Sipilä T. 2010 b. The Ladoga seal (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) of the Lake Ladoga // Population status and conservation of the Ladoga ringed seal (*Phoca hispida ladogensis*): Proceedings (March, 24–25, 2009, St. Petersburg, Russia). St. Petersburg, P. 32–36. (In Russ.)

## REFERENCE

Agafonova E. V., Verevkin M. V., Medvedev N. V., Sipilä T., Sokolovskaya M. V., Shakhnazarova V. Ju. 2006. Distribution of haul-out sites of Ladoga ringed seals (*Phoca hispida*

- Glazov D.M., Kuznetsova D.M., Soloviova M.A., Ulichev V.I., Rozhnov V.V. 2019. Use of the Lake Ladoga area by the Ladoga seal (*Pusa hispida ladogensis*) in the autumn-winter period, based on satellite telemetry data // Russian Journal of Zoology. V. 98 (6). P. 1371–1377. (In Russ.)
- Zheglov V.A., Chapskiy K.K. 1971. Experience of aerial survey of ringed seal, grey seal and their lairs in the bays of the Baltic Sea and the Ladoga Lake // Marine Mammal Research. Kaliningrad: AtlantNIRO Publish. Iss. 39. P. 323–342. (In Russ.)
- Zemskiy V.A., Filatov I.E. 1986. Population abundance of the Ladoga seal according to the aerial survey in the spring, 1985 // «Research on the conservation and rational use of marine mammals». Proceedings. Arkhangelsk. 1986. P. 154–156.
- Zubov A.I. 1965. Activities on seal harvest establishment on Ladoga Lake and in the Gulf of Finland // Fisheries: № 5. P. 22–24. (In Russ.)
- Red Data Book of the Russian Federation. 2021. V. Animals. 2-nd edition. Moscow: VNI Ecolgia. 1128 p. (In Russ.)
- Medvedev N.V., Sipilä T., Verevkin M.V. 2010 The status of the Ladoga seal (*Phoca hispida Ladogensis*) Population, main threats and recommended conservation actions // Population status and conservation of the Ladoga ringed seal (*Phoca hispida ladogensis*): Proceedings (March, 24–25, 2009, St. Petersburg, Russia). St. Petersburg. P. 51–58. (In Russ.)
- Medvedev N.V., Sipilä T., Kunasranta M., Hyvärinen H. 2000. Ladoga seal // Biodiversity inventories and studies in Zaonezhski peninsula and northern shore of Lake Ladoga (express information materials). Petrozavodsk, Karelia. P. 325–332. (In Russ.)
- Medvedev N.V., Sipilä T. 2010. Wintering and breeding peculiarities of ringed seal (*Phoca hispida ladogensis*) in the northern part of Lake Ladoga // Transactions of Karelian Research Centre of RAS. № 1. P. 86–94. (In Russ.)
- Medvedev N.M., Sipilä T., Verevkin M.V. 2006. Peculiarities of the Ladoga ringed seal (*Phoca hispida ladogensis*) distribution across the lake water area in the ice-covered period // Marine mammals of the Holarctic. Collec. papers VI Intern. Conf. Saint-Petersburg. September 10–14, 2006. P. 358–360. (In Russ.)
- Noskov G.A., Gaginskaya A.R. 2002. Red Data Book of the Leningrad region. V. 3. Animals. Sankt-Peterburg: 480 p. (In Russ.)
- Platonov N.G., Mordvintsev I.N., Rozhnov V.V. 2013. The possibility of using high resolution satellite images for detection of marine mammals // Izvestiya RAS. Biology Bull. № 2. P. 217–226. (In Russ.)
- Sokolov A.S. 1958 a. On the feeding of the Ladoga seal and its potential for hunting // Fisheries. № 10. P. 25–27. (In Russ.)
- Sokolov A.S. 1958 b. Some data on the biology of the Ladoga seal // Uchenye zapiski A.I. Herzen SPI. V. 179. Leningrad: A.I. Herzen LGPI Publish. P. 97–112.
- Tormosov D.D., Filatov I.E. 1977. On the article «Estimation of the total population density of the Lake Ladoga seal» by A.A. Antoniuk // Russian Journal of Zoology. V. 56 (9). P. 1425–1427. (In Russ.)
- Tormosov D.D., Filatov I.E. 1984. Modern status of seals populations ion the Baltic Sea and the Ladoga Lake // Marine mammals. Moscow: Nauka. P. 276–284. (In Russ.)
- Trukhanova I.S., Sagitov R.A., Verevkin M.V., Alekseev V.A., Andrievskaya E.M., 2012. Ladoga ringed seal and fishery: why did the conflict arise? // Society. Environment. Development (Terra Humana). № 2. P. 232–238. (In Russ.)
- Trukhanova I.S. 2013. The state of the population of the Ladoga ringed seal (*Pusa hispida botnica*) in the context of long-term and seasonal changes in environmental factors. PhD theses. Sankt Peterburg: SPbSU. 17 p. (In Russ.)
- Filatov I.E. 1978. Seasonal distribution of the seal in the Ladoga Lake // Proceedings of the VII ALL-Union Meeting of Marine mammals. Moscow: P. 342–343. (In Russ.)
- Filatov I.E. 1984. Biology and commercial value of Ladoga ringed seal. PhD theses. Kiev, 20 p. (In Russ.)
- Filatov I.E. 1990. The Ladoga ringed seal // Rare and Endangered Mammal Species of USSR. Moscow: Nauka, P. 57–64. (In Russ.)
- Chapskiy K.K. 1932. The Ladoga seal and its commercial potential // Bulletin of the Institute of Ichthyology. Leningrad, V. XIII, fasc. 2. P. 147–157. (In Russ.)
- Hilton-Taylor, C. (compiler). 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 61 p.
- Kunnsranta M., Hyvärinen H., Sipilä T., Koskela J. 1999. The diet of the Saimaa ringed seal *Phoca hispida saimensis* // Acta Theriologica. V. 44(4). P. 443–450.
- Kunnsranta M., Hyyärinen H., Sipilä T., Medvedev N. 2001. Breeding habitat and lair structure of the ringed seal in northern Lake Ladoga in Russia. // Polar Biology. V. 24. P. 171–174.
- McHugh M.L. 2012. Interrater reliability: The kappa statistic // Biochemia Medica. V. 22 (3): P. 276–282. doi:10.11613/bm.2012.031
- Sipilä T., Medvedev N., Kunnsranta M., Bogdanov V., Hyvärinen H. Species. 2002. Present status and recommended conservation actions for the Ladoga seal (*Phoca hispida ladogensis*) population // WWF Suomen Report. N.15. Helsinki. 30 p.
- Trukhanova I.S., Gurarie E., Sagitov R.A. 2013. Distribution of hauled-out Ladoga ringed seals (*Pusa hispida ladogensis*) in spring 2012 // Arctic, V. 66(4). P. 417–428.
- Efron B. 1979. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife // Annals of Statistics. V. 7, no. 1. P. 1–26.
- John G. Cragg. 1971 Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods // Econometrica. V. 39, No.5. P. 829–844

Поступила в редакцию 09.11.2022 г.  
Принята после рецензии 28.11.2022 г.



## Промысловые виды и их биология / Commercial species and their biology

# Возраст полового созревания, продолжительность жизненного цикла и репродуктивный вклад у самок морских котиков

А.И. Болтнев<sup>1</sup>, Е.А. Болтнев<sup>1</sup>, С.И. Корнев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научный исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187

<sup>2</sup> Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), ул. Набережная, 18, г. Петропавловск-Камчатский, 683000

E-mail: aboltnev@vniro.ru; aboltnev@mail.ru

**Цель:** оценка возраста полового созревания, продолжительности жизненного цикла и репродуктивного вклада у самок морских котиков в течение жизненного цикла.

**Метод:** анализ материалов по возврату меток от котиков из поколений 1979–1997 гг., полученных в течение многолетних наблюдений в 1982–2014 гг. на Центральном участке Северного лежбища (о. Беринга).

**Новизна:** впервые полностью прослежены жизненные циклы самок котиков из поколений 1979–1997 гг. Представлены сведения о продолжительности жизненного цикла самок морских котиков, возрасте вступления в размножение, репродуктивном вкладе самок в жизненном цикле. Показана индивидуальная изменчивость параметров жизненного цикла у самок морских котиков.

**Результаты:** возраст первого выхода самок на лежбище колебался от 2-х до 17-ти лет. За период исследований самки провели на лежбище от 1 до 17 сезонов размножения. Продолжительность жизненного цикла подвержена значительной индивидуальной вариации: лишь менее 5% самок провели на лежбище более 10 сезонов размножения, примерно треть самок выходила на лежбище более 6 раз, около половины – более 4 раз и примерно треть самок выходила на лежбище 2–3 раза. Почти половина (44,2%) щенков рождается в течение 2-го – 3-го репродуктивного сезона, более 95% щенков рождается в течение 2-го – 9-го репродуктивных сезонов и лишь около 5% щенков самки рожают в течение 10–17 репродуктивных сезонов. В трехлетнем возрасте самками рождено лишь 0,4% щенков; в возрасте 4-х – 8-ми лет – 57,6% щенков; в возрасте 9-ти – 13-ти лет – 30,8%; в возрасте 14-ти – 19-ти лет – 10,3% и в возрасте 20-ти – 22-х лет – 0,9% щенков. Пропуск сезонов размножения является адаптацией самок к высоким материнским затратам на потомство.

**Ключевые слова:** северный морской котик, возврат меток, жизненный цикл, возраст первого размножения, количество репродуктивных сезонов, показатели воспроизводства, индивидуальная изменчивость, пропуск размножения.

## Age of puberty, life cycle length, and reproductive investment in female fur seals

Alexander I. Boltnev<sup>1</sup>, Evgeny A. Boltnev<sup>1</sup>, Sergej I. Kornev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

<sup>2</sup> Kamchatka branch of «VNIRO» («KamchatNIRO»), 18, Nabereznaya, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia

**Purpose:** assessment of age at puberty, life cycle length, and reproductive contribution in female fur seals over the life cycle.

**Method:** analysis of materials on the return of tags from fur seals from the generations of 1979–1997, obtained during the harem period at the Central site of the Northern rookery (Bering Island) in 1982–2014.

**Novelty:** For the first time, the life cycles of female fur seals from the generations of 1979–1997 have been completely traced. Information is presented on the duration of the life cycle of female fur seals, the age of entry into reproduction, and the reproductive contribution of females during the life cycle. The individual variability of life cycle parameters in female fur seals is shown.

**Results:** The age of the first exit of females to the rookery ranged from 2 to 17 years. During the study period, females spent from 1 to 17 breeding seasons on the haulout. The duration of the life cycle is subject to significant individual variation: only less than 5% of the females spent more than 10 breeding seasons on the rookery, about a third of the females went to the rookery more than 6 times, about half – more than 4 times, and about a third of the females went to the rookery 2–3 times. Almost half (44.2%) of puppies are born during the 2nd – 3rd reproductive season, more than 95% of puppies are born during the 2nd – 9th reproductive seasons, and only about 5% of female puppies are born during the 10th–17th reproductive seasons. At the age of three, only 0.4% of puppies were born by females; at the age of 4–8 years – 57.6% of puppies; at the age of 9–13 years – 30.8%; at the age of 14–19 years – 10.3% and at the age of 20–22 years – 0.9% of puppies. Skipping breeding seasons is an adaptation of females to high maternal costs for offspring.

**Keywords:** northern fur seal, tag return, life cycle, age of first breeding, number of reproductive seasons, reproduction rates, individual variability, breeding omission.

## ВВЕДЕНИЕ

Как известно, возраст полового созревания, продолжительность жизненного цикла и репродуктивный вклад в течение жизненного цикла являются важными характеристиками животных, определяющими популяционную динамику вида, и могут значительно изменяться в изменчивой среде обитания [Stearns, 1976, 1992, 2000; Voland, 2013; Kaplan, Gangestad, 2005; Ellis et al., 2009; Hammerl, 2017; Braendle et al., 2011].

Параметры жизненного цикла животных можно определить косвенно, на основе достаточно большой выборки из популяции, определения возраста и репродуктивных характеристик животных. Этот метод широко применяется для определения продолжительности жизненного цикла морских млекопитающих, в том числе применялся и для северных морских котиков — богатый материал на эту тему можно найти в монографии А.Е. Кузина [2014], проанализировавшего результаты многолетней добычи котиков в северо-западной части Тихого океана, и в работах Р. Ландера [Lander, 1979; 1980; 1981] по северо-восточной части Тихого океана.

Другим методом может быть прослеживание животных в течение всего жизненного цикла от рождения до их естественной гибели. Этот метод, кроме средне-популяционных характеристик, позволяет изучить индивидуальную изменчивость параметров жизненного цикла и её эволюционное значение. В естественных условиях для прослеживания жизненного цикла необходима организация массового мечения животных, желательно в первый год их жизни, а также организация многолетнего наблюдения за животными в течение всего жизненного цикла. Северный морской котик даёт возможность проводить такие наблюдения. Благодаря созданной Россией, США, Японией и Канадой в середине прошлого века четырехсторонней Комиссии по сохранению котиков Северной части Тихого океана (1957–1984) были организованы широкомасштабные работы по мечению котиков металлическими метками, которые устанавливались на детенышей котиков в раннем возрасте (от нескольких дней до 1,5-месячного возраста). Методика чтения меток на живых котиках с помощью оптических приборов, разработанная Ф.Г. Челноковым в 60-х гг. прошлого века на лежбищах о. Медный, позволила без вмешательства в жизнь популяции котиков на лежбище ежегодно в течение гаремного периода регистрировать меченых животных. С помощью методики группа исследователей под руководством В.А. Владимирова в течение 5-ти лет проводила интенсивные наблюдения за размножающимися самками на Урильем лежбище о. Медный. Им удалось получить важные сведения

о возрастно-половой структуре размножающихся котиков, их привале на лежбище после зимовки в море, продолжительности репродуктивного сезона и отвале котиков в море после периода молочного вскармливания потомства [Владимиров и др., 1982; Владимирова, Лыскин, 1984; Владимирова, 1998]. Однако полностью проследить жизненный цикл самок они не смогли, поэтому их оценки продолжительности жизненного цикла и периодичности участия самок в размножении практически представляют собой, по сути, такой же «популяционный срез», как и по результатам добычи котиков в море.

Таким образом, до настоящего времени долговременных исследований жизненного цикла котиков никто не проводил. С 1982 года нами была организована большая работа по изучению особенностей размножения морских котиков на Северном лежбище о. Беринга. Были проведены работы по изучению материнского вклада у котиков, влияния на его величину возраста, массы и размеров тела матери, изучался рост и выживаемость детёнышей в зависимости от материнских параметров и другие вопросы [Boltnev et al., 1998; Boltnev, York, 2001; Болтнев, 2011]. По результатам этих работ мы высказали предположение о существовании у морских котиков индивидуальных жизненных репродуктивных стратегий, обусловленных *r-K*-отбором на внутривидовом уровне [Болтнев, 2011, 2016, 2017]. Однако собранная нами параллельно с проведением выше указанных работ база по многолетнему чтению меток на самках котиков до сих пор не была проанализирована. Поэтому целью данной работы является анализ этой базы данных с целью изучения основных параметров жизненной стратегии самок котиков, таких как продолжительность жизни, возраст полового созревания, репродуктивный вклад и периодичность размножения самок котиков. Особое внимание мы планируем уделить проблеме индивидуальной изменчивости параметров жизненного цикла, которые «обеспечивают материалом» внутривидовой *r-K*-отбор у северных морских котиков.

Следует подчеркнуть, что проследить весь жизненный цикл меченых котиков, от первого размножения до полного исчезновения с лежбища, позволяют сильно развитый хоминг — возврат на место рождения, и аллопатрия — возврат самок на место первых родов [Kenyon, Wilke, 1953; Kenyon, 1960].

## МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛ

Методика сбора и обработки материала, включая вопросы верификации и достоверности получаемых результатов, подробно описана в отдельной работе [Болтнев и др., 2022]. Здесь лишь кратко подчеркнём

некоторые особенности обработки материала, необходимые для понимания результатов анализа.

Чтение меток на котиках проводилось в течение гаремного периода с конца июня до начала августа в 1982–2014 гг. на Северном лежбище о. Беринга. Метки читали с помощью зрительных труб – ЗРТ-457М с 30-ти и 60-кратным увеличением, а также с помощью полевых биноклей из передвижного наблюдательного пункта (ПНП). В отдельные годы чтение меток продолжалось в течение всего августа и первой недели сентября.

В работе использовались метки, прочитанные два раза и более – вторая встреча самки, независимо произошла она в течение ли текущего репродуктивного периода или следующего, считалась подтверждением правильности чтения номера и серии метки. Поскольку наблюдения за мечеными самками были начаты в 1982 году, то в данной работе использовались только меченые самки из поколений 1979 года и младше (до 1997 г.). Конечно, самок из поколения 1979 года мы не могли видеть на лежбище в 2-летнем возрасте, однако, если они были покрыты в 2 года, то обязательно выходили на лежбище в 3-летнем возрасте и были зарегистрированы наблюдателем. В 1990-х гг. мечение детенышей котиков проводилось в ограниченном количестве, пока в 1997 г. не приостановилось совсем по причине отсутствия меток.

Всего из поколений 1979–1997 гг. на Центральном участке Северного лежбища были встречены 676 меченых самок, которые за период наблюдений с 1982 по 2014 гг. регистрировались 2849 раз и при этом родили 1068 щенков. Подчеркнём, что в данной работе каждая встреча эквивалентна одному репродуктивному периоду (репродуктивному циклу), многократные

выходы самки в течение одного гаремного сезона в данной работе регистрировались как одна встреча.

При анализе материала первая встреча самки на гаремном лежбище без щенка считалась возрастом вступления её в размножение, или первым спариванием самки. Надо отметить, что часть самок первое спаривание может осуществлять в других местах и другое время [Владимиров и др., 1982; Владимиров, Лыскин, 1984], в т. ч. в море [Baker, 1989]. Поэтому, если при первой встрече самки она имела щенка, то возраст первого выхода на лежбище или первого спаривания такой самки относился нами к предыдущему году.

По материалам чтения меток нами были составлены первичные матрицы в виде таблиц, где по горизонтали указан возраст, в котором меченая самка выходила на гаремное лежбище, по вертикали – порядковый номер репродуктивного сезона для каждой самки (см. табл. 1). В табл. 2 те же обозначения возраста самок (по горизонтали) и номера сезона размножения (по вертикали), в которых у самки рождался щенок.

В обобщенном виде алгоритм подготовки матрицы (см. табл. 1) представлен на рис. 1. Первая встреча самки в том или ином возрасте ( $t_1$ ) заносилась в первую графу таблицы в тот или иной столбец в соответствии с возрастом первой встречи ( $t_1$ ). Повторюсь, если самка при первом обнаружении её наблюдателем уже имела щенка, то это считалось второй встречей ( $t_2$ ), и она заносилась во вторую графу в столбец с возрастом ( $t_2$ ), а первая встреча этой самки заносилась в первую графу в столбец, соответствующий возрасту ( $t_2-1$ ).

Вторая встреча самки в возрасте  $t_n$  заносилась во вторую графу первичной табл. 1 в столбец с воз-

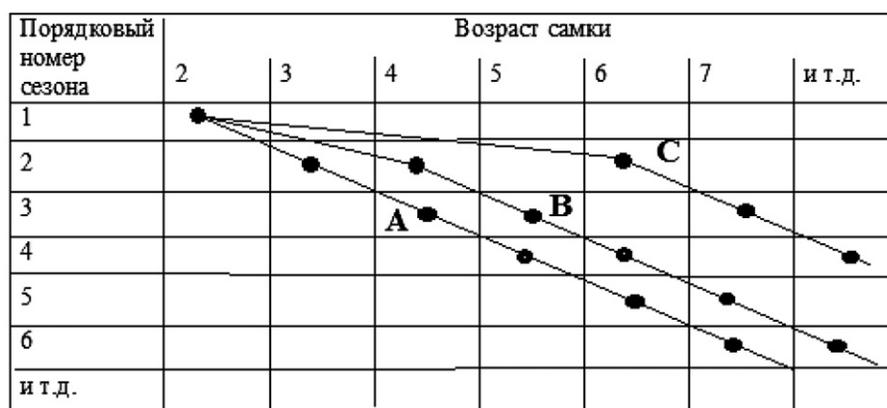


Рис. 1. Алгоритм занесения данных в матрицы: А – ежегодное размножение, В – пропуск 1-го сезона размножения, С – пропуск 4-х сезонов размножения

Fig. 1. Algorithm for entering data into matrices: A – annual breeding, B – skipping the 1st breeding season, C – skipping four breeding seasons

растом самки, равным  $t_n$ . При этом возраст самки может отличаться от возраста первой встречи ( $t_1$ ) как на 1 год, так и на несколько лет. В первом случае самка не пропускает сезон размножения, в то время как во втором случае пропускает один или несколько сезонов размножения (см. рис. 1). Понятно, что вторая встреча у самки, пропустившей один или несколько сезонов размножения, будет без щенка – выход такой самки на лежбище объясняется готовностью её к следующему спариванию.

Аналогично заполнялись другие графы и столбцы первичной табл. 1 в соответствии с порядковым номером сезона размножения и возрастом, в котором самки выходили на лежбище.

Ячейки табл. 2 заполнялись в соответствии с возрастом и порядковым номером репродуктивного сезона, в котором рождены щенки у меченых самок.

Первичные матрицы были откорректированы с учетом коэффициентов мечения и коэффициентов потери меток в соответствие с разработанной нами ранее методикой [Болтнев и др., 2022]:

$$N = n \times K_m / K_{пм},$$

где  $n$  – фактическое число меченых самок;  $K_m$  – коэффициент мечения;  $K_{пм}$  – коэффициент потери меток.

В результате были подготовлены финальные матрицы, характеризующие выход самок на лежбище в течение жизненного цикла (табл. 1) и долю рожденных самками щенков в течение каждого их выхода на лежбище (табл. 2). Значения в табл. 1 даны в процентах к общей численности всех меченых самок, в табл. 2 – в процентах к общей численности рожденных щенков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### *Построение матрицы жизненного цикла*

Все меченые самки были разнесены по ячейкам матрицы (табл. 1), где по горизонтали указан возраст от 2-х до 22 лет, по вертикали – порядковый номер репродуктивного сезона от 1-й встречи самки на гаремное лежбище, когда все они выходили для спаривания до 17-го сезона, до которого дожили лишь единицы самок. В таблице все значения даны в процентах к общей численности меченых самок. В первой графе таблицы показана первая встреча самок в том или ином возрасте – сумма долей этих самок равна 100% ( $n_{факт} = 676$ ). В ячейках второй и последующих граф таблицы показаны повторные встречи этих самок на лежбище, характеризующие повторные репродуктивные сезоны для этих самок. Сумма значений по каждой графе, приведённая в последнем столбце та-

блицы, показывает убыль меченых самок с каждым последующим репродуктивным сезоном.

Аналогично построена матрица, показывающая рождение щенков, – все родившиеся щенки были разнесены по ячейкам в зависимости от возраста самки (матери) и порядкового номера репродуктивного сезона для этой самки, в котором она родила данного щенка (табл. 2). Понятно, что в первом для самок сезоне никто из них не рожал щенков. В каждой ячейке следующих граф табл. 2 дана доля рожденных щенков в процентах от общей численности щенков, рожденных самками в течение жизненного цикла ( $n_{факт} = 1068$ ).

### *Число повторных репродуктивных сезонов у меченых самок*

На рис. 2, построенном по материалам табл. 1–2, показано распределение меченых самок по количеству проведенных на лежбище репродуктивных сезонов, а также доля рожденных ими щенков от их общего числа.

Можно видеть, что доля самок, повторно выходящих на лежбище для размножения, быстро снижается с каждым последующим репродуктивным сезоном. Первые потери наблюдаются уже ко 2-му сезону – более 5% самок видимо погибли после первого оплодотворения (напомню, что потеря меток учтена применением соответствующих коэффициентов). К 5-му репродуктивному сезону среди меченых самок осталось менее половины (40,4%), к 10-му репродуктивному сезону в среднем из каждого поколения остаётся менее 10% самок, а к 14-му сезону – менее 1% (табл. 1; рис. 2).

Наибольшее количество щенков было рождено самками во время их второго репродуктивного сезона – 28%. К 5-му сезону доля рожденных щенков составила более двух третей (68,6%) от их общей численности. К 10-му сезону самки рожают 96,9% щенков, а к 14-му – 99,4% от их общего числа (табл. 2, рис. 2).

### *Возраст полового созревания самок*

Возрастное распределение самок в первом и последующих выходах на лежбище дано на рис. 3, также построенном по данным в табл. 1–2. Напомним, возрастное распределение самок в первом их выходе на лежбище, соответствует возрастному распределению всех меченых самок, использованных в данной работе. Доля повторно выходящих на лежбище самок того или иного возраста суммирована в каждом повторном репродуктивном сезоне и графически изображена на рис. 3. На этом же рисунке показана доля щен-

**Таблица 1.** Расчётная матрица по результатам чтения меток на самках котиков из поколений 1979–1997 гг. на Центральном участке Северного лежбище (в % от общей численности меченых самок (n = 676))

**Table 1.** Calculation matrix based on the results of reading tags on female fur seals from generations 1979–1997 in the Central section of the Northern rookery (in % of the total number of tagged females (n = 676))

Номер репродуктивного сезона (Ri).	Возраст самок, лет (t)																					Всего самок (n=676)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1 (первое спаривание)	7,5	27,8	21,9	16,5	10,3	4,6	3,3	2,3	1	1,1	0,9	0,5	0,2	0,5	0,3	1,3						100
2 (первое деторождение)		4,2	22,8	21,2	14,8	11,3	5,9	3,5	3,2	1,1	1,9	1,1	0,3	0,4	1,3	0,2	1,4					94,6
3			2,5	12	15,5	11,4	9,8	4,3	3,8	2,5	1,2	1,6	0,6	0,5		1,4	0,5					67,6
4				2,6	8,7	11,1	8,7	8	3,9	3,1	2,5	0,6	1,3	0,4	0,7		0,7					52,3
5					1,5	6,8	8,2	6,3	6,6	2,7	3,2	1,8	0,8	0,5		0,6	0,6	0,8				40,4
6						1,3	4,4	6,6	6,7	5,7	2,9	3,3	1,7	1,5	0,4	0,2	0,2		0,3			35,2
7							1	3,3	3,7	6,1	4,6	2,2	1,5	2,1	1,8	0,2		0,6		0,3		27,4
8								0,2	3	3,1	4,3	3,1	2,2	1,4	1	0,7	0,9					19,9
9										2,1	2,4	2,9	2,7	2,1	1,2	1,1	0,4	1				15,9
10											1,1	1,2	2,4	1,6	0,6	1,1		1,1	0,3			9,4
11												0,4	1,2	1,2	0,9	0,2	0,2					4,1
12													0,5	0,5	0,8	0,6	0,2					2,6
13														0,2	0,4	0,2	0,5					1,3
14															0,2			0,3		0,3		0,8
15																0,2			0,3			0,5
16																				0,3		0,3
17																					0,3	0,3

**Таблица 2.** Число рождённых щенков (в % от их общей численности) в зависимости от возраста самки и порядкового номера сезона размножения

**Table 2.** The number of puppies born (in % of their total number) depending on the age of the female and the ordinal number of the breeding season

Номер репродуктивного сезона (Ri).	Возраст самок, лет (t)																					Рождено щенков в % (n = 1068)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1																						
2		0,4	10,7	6,8	3,9	2,4	1,6	0,2	0,5	0,1	0,5	0,3			0,2		0,4					28,0
3			0,7	3,6	4,2	2,7	2,3	0,7	0,9	0,3	0,1	0,2	0,2		0,2	0,1						16,2
4				0,9	4,4	2,4	2,6	1,6	0,9	0,5	0,4	0,2	0,5	0,1								14,5
5					0,5	1,9	2,9	1	1,3	0,4	0,9	0,5				0,2		0,4				10,0
6						0,5	2,4	1,9	1,6	1,2	0,5	0,9	0,2	0,3								9,5
7							0,2	1	1,8	2,3	0,8	0,2	0,2	0,3	0,4			0,2		0,2		7,6
8									1,3	0,5	1,7	0,8	0,2	0,2	0,1		0,1					4,9
9									0,1	0,3	0,7	0,9	0,7	0,5	0,3	0,4		0,7				4,6
10											0,2	0,5	0,4	0,4		0,1			0,2			1,8
11												0,1	0,3	0,3	0,2	0,1						1,0
12													0,2	0,2	0,3	0,3	0,1					1,1
13														0,1	0,2							0,3
14															0,1			0,1				0,2
15																0,1						0,1
16																				0,1		0,1
17																					0,1	0,1
Рождено щенков	0,4	11,4	11,3	13	9,9	12	6,4	8,4	5,6	5,8	4,6	2,9	2,4	2	1,3	0,6	1,4	0,2	0,3	0,1	100	

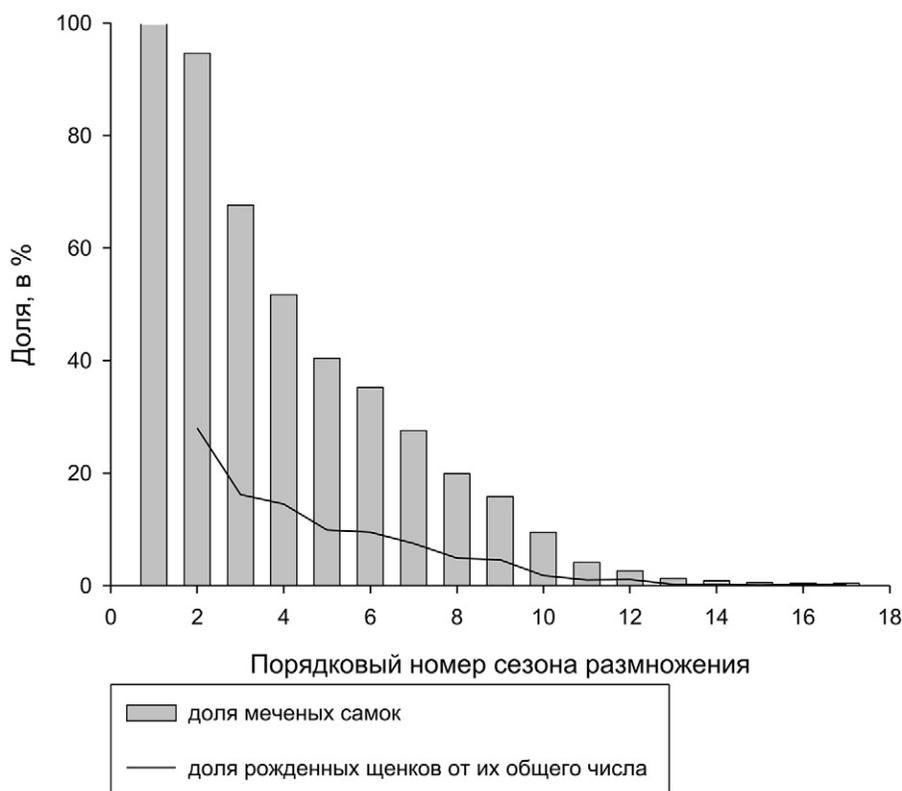


Рис. 2. Естественная убыль меченых самок ( $n = 676$ ; повторных встреч = 2849) в течение жизненного цикла, а также доля рождённых щенков от их общего числа ( $n = 1068$ )

Fig. 2. Natural loss of tagged females ( $n = 676$ ; repeated encounters = 2849) during the life cycle, as well as the proportion of born puppies from their total number ( $n = 1068$ )

ков (от их общего числа), рождённых самками в каждом возрасте.

В первой графе табл. 1 и на рис. 3 можно видеть долю впервые зарегистрированных на гаремном лежбище самок того или иного возраста. Напомним, что первая встреча самки рассматривается нами как возраст её вступления в размножение (первое спаривание), что свидетельствует о готовности самок к размножению в физиологическом отношении.

Именно готовность в физиологическом отношении заставляет 2-леток выходить на лежбище, которые впервые появляются обычно уже в конце гаремного периода и покрываются секачами в это время. Численность их невысокая (около 7,5% от числа меченых самок), доля рождённых ими щенков ещё меньше (0,4%) по причине их физической незрелости.

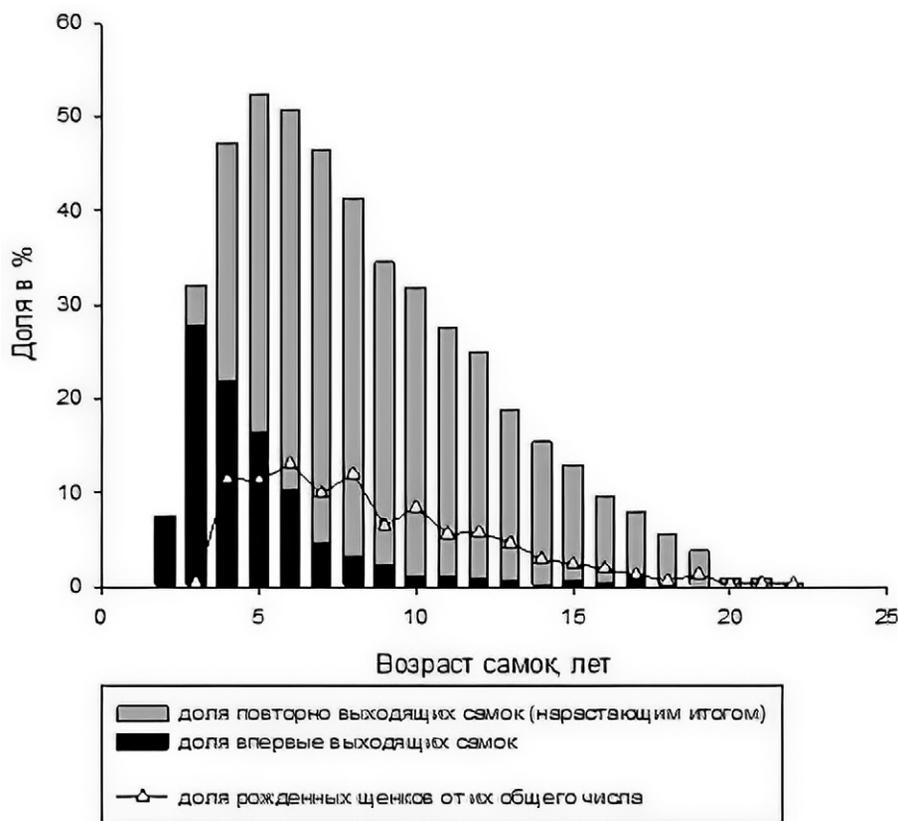
Массовое половое созревание характерно для самок 3-х-4-х лет, доля которых среди впервые выходящих на лежбище составляет 27,8 и 21,9%, соответственно. Достаточно высока доля созревающих самок в возрасте 5-ти – 6-ти лет (26,8% суммарно), но доля впервые вышедших на лежбище для первого спаривания 7–8-летних самок суммарно достигает 7,9%.

О половом созревании самок морских котиков в возрасте 2-х – 8-ми лет известно достаточно давно [см. Кузин, 2014; Craig, 1964]. Однако первое появление на лежбище наблюдалось и для самок 9–17-летнего возраста, доля которых составила в сумме 8,1% от общего числа меченых животных.

#### *Наиболее продуктивный возраст самок*

На рис. 3 повторные выходы меченых самок суммированы для каждого возраста отдельно; здесь также дана доля рождённых самками щенков по каждому возрасту отдельно. По высоте столбцов можно судить о роли самок того или иного возраста в общем воспроизводстве популяции. Доля 3-х – 4-летних самок на лежбище ещё невелика, поскольку не все из них являются половозрелыми. Но уже доля 5- – 6-летних самок на лежбище достигает максимальных величин, затем постепенно снижается к 15–19 годам (рис. 3). Самок из поколений 1979–1997 гг. старше 22-х лет на лежбище мы не наблюдали.

Вклад в размножение у 3-летних самок, покрытых в 2-летнем возрасте, незначителен – за период



**Рис. 3.** Возрастное распределение самок в первом (n = 676) и последующих их выходах на лежбище (нарастающим итогом, n = 2849), а также доля рожденных щенков самками разного возраста (n = 1068)

**Fig. 3.** Age distribution of females in the first (n = 676) and subsequent visits to the rookery (cumulative total, n = 2849), as well as the proportion of puppies born to females of different ages (n = 1068)

наблюдений трёхлетки родили лишь 0,4% щенков. 4-х – 8-летние самки, преимущественно в течение 2-го – 7-го репродуктивных сезонов, рожают от 9,9 до 13% щенков, что в сумме составляет 57,6% щенков. 9-ти – 13-летние самки, преимущественно в течение 2-го – 11-го репродуктивных сезонов, рожают от 4,5 до 8,4% или суммарно 30,8% щенков. Самки старшего возраста (14-ти – 19-летки) размножаются в течение 2-го – 15-го сезонов и рожают от 0,6 до 3,0% щенков или суммарно – 10,3%. И, наконец, 20-ти – 22-летки в течение 7-го – 17-го сезонов рожают суммарно 0,9%.

Таким образом, наиболее продуктивным возрастом самок морских котиков следует считать возраст от 4-х до 13-ти лет – самки в этом возрасте рожают 88,4% щенков, спариваясь и размножаясь в течение 11 репродуктивных сезонов.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя матрицу выхода самок на лежбище в гаремный период в течение всего жизненного цикла, мы получили информацию по следующим биологическим параметрам – возрасту полового созревания

самок, продолжительности жизненного цикла, возрастной характеристике воспроизводства, в том числе по пропускам репродуктивных сезонов самками.

#### *Возраст полового созревания самок*

Наши данные о вступлении самок в размножение в возрасте 2-х- 8-ми лет (табл. 1; рис. 3) в целом соответствуют сложившимся у исследователей представлениям о возрасте полового созревания котиков [Craig, 1964; York, 1983; Владимиров, 1998; Кузин, 2014 и др.].

Первое же появление на лежбище самок в возрасте 9–17 лет пока объяснить трудно. Вероятнее всего этот результат следует считать артефактом, связанным с организационными особенностями исследований. Обычно мы проводили чтение меток в течение гаремного периода, который заканчивается в начале августа. Изредка чтение меток проводилось до конца августа или начала сентября. Согласно нашим наблюдениям и имеющимся в литературе сведениям, молодые, впервые вступающие в размножение, самки выходят на лежбище как раз в конце гаремного периода

и даже после распада гаремов в конце августа – сентябре и могут в это время покрываться секачами [Владимиров, Лыскин, 1984; Владимиров, 1998].

Как мы указывали ранее северный морской котик имеет один из самых высоких уровней материнских затрат – самки рожают детёнышей по массе, достигающих 14–15% от массы матери, причём, у молодых мелких самок это соотношение достигает 20% [Boltnev et al., 1998; Boltnev & York, 2001; Болтнев, 2011].

Можно предположить, что часть самок не были зарегистрированы нами по той или иной причине при их первом появлении на лежбище в молодом (2-х – 3-х-летнем) возрасте. Если они были покрыты секачами в этом возрасте, то вероятность нарушения беременности у них весьма высока из-за их физической незрелости. Причём, если нарушение беременности происходит на поздних стадиях беременности, то это может привести к остановке развития плода, его кальцинации в матке и выбыванию самки из размножения на длительный период [Craig, 1964].

Не исключено также, что нарушения репродуктивной функции могут быть связаны не только с ранним вступлением самок в размножение, но и с воздействием негативных условий среды обитания. Однако фактов для таких выводов у нас пока не имеется.

*Продолжительность жизненного цикла и воспроизводство*

В поколениях 1979–1997 гг. более 88% щенков были рождены самками 3–13 лет; к 19 годам, когда рождается 99,1% щенков, деторождение практически заканчивается. Максимальный возраст для самок этих поколений определен в 22 года. Мы не можем быть уверены в их гибели после этого возраста, но в старшем возрасте меченые самки этих поколений на лежбище не регистрировались.

Об окончании воспроизводства у котиков после 22-х-летнего возраста сообщают и другие исследователи [Владимиров, 1998; Кузин, 2014]. Однако единично мы встречали самок с детенышами и в возрасте 23–27 лет, относящихся, правда, к более ранним поколениям 1960-х – 1970-х годов.

Исследователи чаще всего пользуются лишь одной характеристикой жизненного цикла – его максимальной продолжительностью, при этом из поля зрения упускают такую важную его черту, как индивидуальная изменчивость. Индивидуальная изменчивость продолжительности жизненного цикла проявляется в быстром «исчезновении» меченых самок в каждом последующем репродуктивном сезоне, что хорошо показывает рис. 2 и табл. 1: менее 5% самок провели на лежбище более 10 сезонов размножения,

примерно треть самок выходили на лежбище более 6 раз, около половины – более 4 раз и примерно треть самок выходила на лежбище 2–3 раза, после чего больше никогда не появлялась на лежбище в гаремный период. При этом, почти половина (44,2%) щенков рождается в течение 2-го – 3-го выходов самки на лежбище, более 95% щенков рождается в течение 2-го – 9-го выходов и лишь около 5% щенков самки рожают в течение 10–17 выходов на лежбище.

На основании этих данных можно заключить, что часть меченых самок имела значительно меньшую продолжительность жизненного цикла, чем максимальная, установленная нами в данной работе.

### *Пропуск сезона размножения*

Надо отметить, что понимание пропуска сезонов размножения у морских котиков можно было бы логически обосновать из известных данных о доле беременных и яловых самок по результатам научно-экспериментальной добычи животных в море, проводимых странами-участницами четырехсторонней Конвенции по сохранению морских котиков Северной части Тихого океана. Результаты этих исследований широко публиковались, в том числе в монографиях [см., например, Кузин, 2014].

Причины пропуска размножения самками кроются, на наш взгляд, в высоких затратах на размножение, которые у самок морских котиков, по нашей оценке, являются самыми высокими среди млекопитающих [Boltnev et al., 1998; Boltnev, York, 2001; Болтнев, 2011]. Восполнение энергетических затрат на воспроизводство будет в сильной степени зависеть от доступности кормовых ресурсов, которые подвержены не только естественной флуктуации вслед за изменениями условий окружающей среды, но и находятся под мощным давлением со стороны современного высокоэффективного рыболовства.

Таким образом, в данной работе мы привели сведения о возрасте вступления у северных морских котиков, продолжительности их жизненного цикла, количестве рожденных щенков в жизненном цикле и индивидуальной изменчивости этих параметров. Мы также обратили внимание на частые пропуски размножения самками котиков, причиной чего являются их высокие затраты на размножение [Boltnev, York, 2001; Болтнев, 2011].

В заключение необходимо отметить, что приведенные в статье показатели рождаемости и индивидуального репродуктивного успеха самок являются конкретной характеристикой рассматриваемых поколений котиков, которая зависит не только от внутри-популяционных факторов, но и от факторов внешней

среды, включающих и условия промыслового использования вида. Изменчивость репродуктивного вклада самок котиков разных поколений мы постараемся рассмотреть в следующих работах.

Кроме того, определённая вариация в результатах оценки рассмотренных параметров жизненного цикла котиков наблюдается и в зависимости от методики их расчётов (в частности, по фактическому материалу или с учётом коэффициентов мечения и потери меток). Однако эта вариация не скрывает общие тенденции в изменении этих параметров, которые представлены в данной работе.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность за активную помощь в сборе материала сотрудникам Камчатского филиала ВНИРО – Г.А. Нестерову, К.Н. Плоскову, А.И. Стусу, О.В. Болтневой, И.А. Блохину, Н.Ю. Шпигальской, С.Н. Шпигальскому, А.А. Генералову, С.В. Фомину, О. Белонович, В.С. Никулину, Е.Г. Мамаеву, а также многим студентам российских университетов и временным лаборантам, участвовавшим в полевых работах на лежбищах морских котиков о. Беринга.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

### Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках Госзадания ФГБНУ «ВНИРО».

### ЛИТЕРАТУРА

Болтнев А.И. 2011. Северный морской котик командорских островов. М.: ВНИРО. 264 с.

Болтнев А.И. 2016. Морские млекопитающие в экосистеме: популяционная структура вида как следствие г/К-отбора // Тез. докл. 9-й Межд. конф. «Морские млекопитающие Голарктики», г. Астрахань, 31.10–5.11. 2016. С. 14–15 (рус., англ.).

Болтнев А.И. 2017. Внутривидовой г/К-отбор у северного морского котика // Труды ВНИРО. Т. 168. С. 4–13.

Болтнев А.И., Михайлов А.И., Болтнев Е.А., Корнев С.И. 2022. Новые подходы к анализу результатов мечения и чтения меток на морских котиках в целях изучения их жизненного цикла // Труды ВНИРО. Т. 188. С. 78–86.

Владимиров В.А. 1998. Структура популяций и поведение северных морских котиков // Северный морской котик: систематика, морфология, экология, поведение. В 2-х частях / Соколов В.Е., Лисицына Т.Ю., Аристов А.А. (ред.). М.: Наука. С. 555–722.

Владимиров В.А., Лыскин Н.Н. 1984. Новые данные по размножению и структуре популяций северных морских котиков (*Callorhinus ursinus* L) // Зоологический журнал. Т. 63. Вып. 12. С. 1883–1890.

Владимиров В.А., Лыскин Н.Н., Садовов В.Н. 1982. Некоторые результаты исследований биологии морских котиков на Урильем лежбище о. Медного в 1978–1981 гг. М.: ВНИРО. 76 с.

Кузин А.Е. 2014. Северный морской котик. Владивосток. Изд-во ТИНРО-Центр. 492 с.

Baker J.D. 1989. Aquatic copulation in the northern fur seal, *Callorhinus ursinus* // Northwest. Nat. V. 70. N 2. P. 238–240.

Boltnev A.I., York A.E., Antonelis G. 1998. Northern fur seal young: interrelationships among birth size, growth, and survival // Canadian J. of Zoology V. 76. P. 843–854.

Boltnev A.I., York A.E. 2001. Maternal investment in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): interrelationships among mothers' age, size, parturition date, offspring size, and sex-ratios // J. of Zoology (London). V. 254. P. 219–228.

Braendle, C.A. Heyland, T. Flatt. 2011. Integrating mechanistic and evolutionary analysis of life history variation // Mechanisms of Life History Evolution. The Genetics and Physiology of Life History Traits and Trade-Offs. Oxford: Oxford University Press. P. 3–10.

Craig, A. M. 1964. Histology of reproduction and the estrus cycle in the female fur seal *Callorhinus ursinus* // J. of the Fisheries Board of Canada. V. 21. № 4. P. 773–811.

Ellis B.J., Figueredo A.J., Brumbach B.H., Schlomer G.L. 2009. Fundamental Dimensions of Environmental Risk. The Impact of Harsh versus Unpredictable Environments on the Evolution and Development of Life History Strategies // Human Nature. V. 20. № 2. P. 204–268.

Hammerl M. 2017. Life History Strategy. Eine relevante Variable soziologischer Forschung // ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/320134518>

Kaplan, H.S., Gangestad, S.W. 2005: Life History Theory and Evolutionary Psychology // The Handbook of Evolutionary Psychology / D.M. Buss (ed.). John Wiley & Sons, Inc. P. 68–95.

Kenyon K.W. 1960. Territorial behavior and homing in the Alaska fur seal // Mammalia. V. 24, № 3. P. 431–444.

Kenyon K.W., Wilke F. 1953. Migration of the northern fur seal, *Callorhinus ursinus* // J. of Mammalogy. V. 34. № 1. P. 86–98.

Stearns S.C. 1976. Life-history tactics: a review of the ideas // Quart. Rev. Biol. V. 51. P. 3–47.

Stearns S.C. 1992. The evolution of life histories. Oxford Univ. Press, London XII. 249 pp.

Stearns S.C. 2000. Life history evolution: successes, limitations and prospectes // Naturwissenschaften. V. 87. P. 476–486.

Voland, E. 2013: Soziobiologie. Die Evolution von Kooperation und Konkurrenz. Heidelberg // Springer Spektrum. Springer Hirzel Verlag. 236 pp.

Lander R.H. 1979. Fur seal growth // Preliminary analysis of pelagic fur seal data collected by the United States and Canada during 1958–1974. NOAA Tech. Mem. NMFS F/ NWR-37, Alaska Fisheries Research Center, Seattle. 247 p.

Lander R.H. 1981. A life table and biomass estimate for Alaskan fur seals // J. Fish. Res. V. 1. P. 55–70.

Lander, R. H. 1980. Summary of Northern Fur Seal Data and Collection Procedures. Vol. 1: Lund Data of the United States and Soviet Union (Excluding Tug and Recovery Records). NOAA Tech. Mem. nmfs 1-/NWC-3. Alaska Fisheries Research Center. Seattle. V. 2: Eastern Pacific Pelagic Data of the United States and Canada (Excluding Fur Scaly Sighted). NOAA Tech. Mem. nmFs F/Nwr-4, Alaska Fisheries Research Center, Seattle.

York A.E. 1983. Average age at first reproduction of the northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 40, N 2. P. 121–127.

## REFERENCES

Boltnev A.I. 2011. Northern fur seal of the Commander Islands. Moscow: VNIRO Publish. 264 p.

Boltnev A.I. 2016. Marine mammals in the ecosystem: population structure of species resulted from r/K-selection // Collect. Scientific Papers the 9th Inter. Conf. «Marine mammals of the Holarctic» Astrakhan, Russia 31 October – 05 November, 2016. P. 76–84.

Boltnev A.I. 2017. Intraspecific r/K-selection in the northern fur seal // Trudy VNIRO. T. 168. P. 4–13.

Boltnev A.I., Mikhailov A.I., Boltnev E.A., Kornev S.I. 2022. New approaches to the analysis of the results of tagging and tag reading on fur seals in order to study their life cycle // Trudy VNIRO. V. 188. P. 78–86.

Vladimirov V.A. 1998. Population structure and behavior of northern fur seals // Northern fur seal: systematics, morphology, ecology, behavior. In 2 parts. / Sokolov V.E., Litsitsina T. Yu., Aristov A.A. (ed.). Moscow: Nauka. P. 555–722.

Vladimirov V.A., Lyskin N.N. 1984. New data on reproduction and population structure of northern fur seals (*Callorhinus ursinus* L) // Zoologicheskij zhurnal. T.63. Iss. 12. P. 1883–1890.

Vladimirov V.A., Lyskin N.N., Sadov V.N. 1982. Some results of studies of the biology of fur seals at the Urili rookery on Medny Island in 1978–1981. Moscow: VNIRO Publish. 76 p.

Kuzin A.E. 2014. Northern fur seal. Vladivostok: TINRO-center Publish. 492 p.

Baker J.D. 1989. Aquatic copulation in the northern fur seal, *Callorhinus ursinus* // Northwest. Nat. V 70. N 2. P. 238–240.

Boltnev A.I., York A.E., Antonelis G. 1998. Northern fur seal young: interrelationships among birth size, growth, and survival // Canadian J. of Zoology V. 76. P. 843–854.

Boltnev A.I., York A.E. 2001. Maternal investment in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): interrelationships among mothers' age, size, parturition date, offspring size, and sex-ratios // J. of Zoology (London). V. 254. P. 219–228.

Braendle, C.A. Heyland, T. Flatt. 2011. Integrating mechanistic and evolutionary analysis of life history variation // Mechanisms of Life History Evolution. The Genetics and Physiology of Life History Traits and Trade-Offs. Oxford: Oxford University Press. P. 3–10.

Craig, A. M. 1964. Histology of reproduction and the estrus cycle in the female fur seal *Callorhinus ursinus* // J. of the Fisheries Board of Canada. V. 21. № 4. P. 773–811.

Ellis B.J., Figueredo A.J., Brumbach B.H., Schlomer G.L. 2009. Fundamental Dimensions of Environmental Risk. The Impact of Harsh versus Unpredictable Environments on the Evolution and Development of Life History Strategies// Human Nature. V. 20. № 2. P. 204–268.

Hammerl M. 2017. Life History Strategy. Eine relevante Variable soziologischer Forschung//ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/320134518>

Kaplan, H.S., Gangestad, S.W. 2005: Life History Theory and Evolutionary Psychology // The Handbook of Evolutionary Psychology /D.M. Buss (ed.). John Wiley & Sons, Inc. P. 68–95.

Kenyon K.W. 1960. Territorial behavior and homing in the Alaska fur seal // Mammalia. V. 24, № 3. P. 431–444.

Kenyon K.W., Wilke F. 1953. Migration of the northern fur seal, *Callorhinus ursinus* // J. of Mammalogy. V. 34. № 1. P. 86–98.

Stearns S.C. 1976. Life-history tactics: a review of the ideas // Quart. Rev. Biol. V. 51. P. 3–47.

Stearns S.C. 1992. The evolution of life histories. Oxford Univ. Press, London XII. 249 pp.

Stearns S.C. 2000. Life history evolution: successes, limitations and prospectes // Naturwissenschaften. V. 87. P. 476–486.

Voland, E. 2013: Soziobiologie. Die Evolution von Kooperation und Konkurrenz. Heidelberg// Springer Spektrum. Springer Hirzel Verlag. 236 pp.

Lander R.H. 1979. Fur seal growth // Preliminary analysis of pelagic fur seal data collected by the United States and Canada during 1958–1974. NOAA Tech. Mem. NMFS F/ NWR-37, Alaska Fisheries Research Center, Seattle. 247 p.

Lander R.H. 1981. A life table and biomass estimate for Alaskan fur seals // J. Fish. Res. V. 1. P. 55–70.

Lander, R. H. 1980. Summary of Northern Fur Seal Data and Collection Procedures. Vol. 1: Lund Data of the United States and Soviet Union (Excluding Tug and Recovery Records). NOAA Tech. Mem. nmfs 1-/NWC-3. Alaska Fisheries Research Center. Seattle. V. 2: Eastern Pacific Pelagic Data of the United States and Canada (Excluding Fur Scaly Sighted). NOAA Tech. Mem. nmFs F/Nwr-4, Alaska Fisheries Research Center, Seattle.

York A.E. 1983. Average age at first reproduction of the northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 40, N 2. P. 121–127.

*Поступила в редакцию 26.08.2022 г.  
Принята после рецензии 17.11.2022 г.*



## Аквакультура / Aquaculture

# Замена рыбной муки на белковые компоненты микробного, животного и растительного происхождения в кормах для двухлеток сиговых (*Coregonidae*)

Остроумова И.Н., Лютиков А.А., Костюничев В.В., Шумилина А.К., Вылка М.М.

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), наб. Макарова, 26, г. Санкт-Петербург, 199053

E-mail: irinaostroum@yandex.ru

**Цель работы:** определить возможность замены рыбной муки на другие белковые компоненты в составе кормов для двухлеток сиговых.

**Используемые методы:** сиговые выращивались в садках на экспериментальных, контрольных и импортных кормах в течение вегетационных периодов 2018, 2019 и 2020 гг. Исследовали скорость роста рыб и физиологическое состояние по индексу печени, показателям крови, содержанию общего жира и витамина С в теле и печени.

**Новизна:** использование в кормах для двухлеток сиговых новых отечественных белковых компонентов – концентрата микробного белка (бактериальная биомасса на природном газе), Агро-Матика (смесь бобовых компонентов с мясной мукой – переработанные продукты птицеферм), Протефида (концентрат соевого сырья).

**Результаты:** двухлетки сиговых, получавшие корма с заменой 30–50% рыбной муки на указанные белковые компоненты, не отличались по скорости роста от роста рыб, выращиваемых на контрольных кормах без заменителей рыбной муки, но отставали по росту от рыб, питавшихся импортным кормом. При повышении в составе экспериментальных кормов рыбьего жира с 14–16 до 20–22% конечная масса сиговых достигла массы рыб, содержащихся на финском корме. Физиологическое состояние рыб на всех вариантах кормов не отклонялось от нормы.

**Практическая значимость:** освоение производства Агро-Матика, Протефида и возможность увеличения производства концентрата микробного белка позволяют использовать их в качестве заменителей рыбной муки в составе полноценных кормов для индустриального рыбоводства.

**Ключевые слова:** Корма, сиговые, рыбная мука, замена, рост, физиологические показатели.

## Replacement of fishmeal for protein components of microbial, animal and plant origin in feed for two-year-old whitefish (*Coregonidae*)

Irina N. Ostroumova, Anatoly A. Lyutikov, Valery V. Kostyunichev, Alla K. Shumilina, Maxim M. Vylka

St. Petersburg branch of «VNIRO» (L.S. Berg «GosNIORKh»), emb. Makarova, 26, St. Petersburg, Russia, 199053

**The purpose** of the work: To determine the possibility of replacing fishmeal with other protein components in the composition of feed for two-year-old whitefishes.

**Methods used:** whitefish were grown in cages on experimental, control and imported feeds during the growing seasons of 2018, 2019 and 2020.

The growth rate of fish and the physiological state of the liver index, blood parameters, total fat and vitamin C content in the body and liver were studied.

**Novelty:** the use of new domestic protein components in feed for whitefishes – microbial protein concentrate (bacterial biomass on natural gas), Agro-Matike (a mixture of legume components with meat flour – processed products of poultry farms), Protefid (soy concentrate).

**Results:** Two-year-old whitefish fed feed with the replacement of 30–50% of fishmeal with the indicated protein components did not differ in growth rate from the growth rate of fish reared on control feeds without of fishmeal substitutes, but lagged behind in growth from fish fed on imported feed. With an increase in the composition of experimental feeds of fish oil from 14–16 to 20–22%, the final weight of whitefish reached the weight of fish on the Finnish feed. The physiological state of fish on all variants of feed did not deviate from the norm.

**Practical significance:** the mastered production of Agro-Matik, Protefid and the possibility of increasing the production of microbial protein concentrate make it possible to use them as substitutes for fishmeal in the composition of complete feeds for industrial fish farming.

**Keywords:** Feed, whitefish, fishmeal, replacement, growth, physiological indicators.

## ВВЕДЕНИЕ

В аквакультуре накоплен большой опыт по выращиванию форели, осетровых, карпа в промышленных условиях. Товарное промышленное сиговодство является сравнительно новым направлением. Его развитию способствовала разработка методических основ технологии производства сиговых разных видов в садках и бассейнах на искусственных кормах [Костюничев и др., 2012 а, б].

Важнейшим элементом эффективности промышленного рыбоводства является удовлетворение пищевых потребностей рыб, особенно в полноценном по аминокислотному составу белке. Основным источником полноценного белка в кормах рыб долгое время служила рыбная мука. Вместе с тем, в последнее время дефицит рыбной муки и нередко её плохое качество сдерживают развитие аквакультуры, особенно её промышленных форм. Поиск источников белка, способных заменить рыбную муку, становится приоритетной задачей современных инновационных мировых исследований в области полноценного кормления выращиваемых рыб. В качестве альтернативных белковых компонентов используются переработанные продукты животноводства и птицеводства, высокобелковые растительные культуры, особенно соевые, водоросли и микроводоросли, мидии, зоопланктон, мучные и земляные черви, личинки мух, микробные продукты [Sealey et al., 2011; Arnauld et al., 2016; Лагуткина, 2017; Крогдаль, 2017; Daniel, 2018]. Для изготовления полноценных отечественных рыбных кормов особую роль в настоящее время приобретают исследования возможности замены рыбной муки белковыми компонентами, выпускаемыми отечественной промышленностью, либо компонентами с ближайшей перспективой промышленного производства.

Целью настоящей работы было исследование возможности замены рыбной муки в составе кормов для сиговых на новые отечественные белковые концентраты микробного, животного и растительного происхождения (гаприн, Агро-Матик, Протефид) и изучить их влияние на рыбоводно-биологические и физиологические показатели рыб.

**Гаприн** представляет собой биомассу метанооксилирующих бактерий *Methylococcus capsulatus*, культивируемых на природном газе – метане. Производство гаприна впервые было освоено в 70–80-х гг. прошлого столетия во ВНИИСинтезбелок. Исследованиями ГосНИОРХ была показана высокая эффективность его использования в кормлении рыб разных видов и возраста [Остроумова и др., 1991; Тимошина, Мосейчук, 1991; Фомин, 1991]. В современных условиях производство обновлённого гаприна организовано в ООО «ГИПРО-

БИОСИНТЕЗ». Позднее его стали называть концентратом микробного белка (в дальнейшем – Dreamfeed). Основу этого продукта так же представляют метанотрофные бактерии *M. capsulatus*, но более эффективного метанооксиляющего штамма ГБС-15.

Результаты использования этого микробного белка в кормах для личинок сиговых рыб показали, что он является адекватным приоритетным элементом стартового питания [Остроумова и др., 2018]. Состав его приближается к составу естественной пищи молоди – зоопланктону по содержанию общего белка и разнообразным по размеру пептидам. Вместе с тем высокое количество белка – 60–70%, который по аминокислотному составу близок к рыбной муке, позволяет использовать этот компонент и в продукционных кормах.

**Агро-Матик** – состоит из двух компонентов: белков растительного (рода люпин – *Lupinus*) и животного (мясная мука – побочный продукт птицефабрик) происхождения. Содержит 55% белка, 10% жира. Стабилизируется антиоксидантом. Производитель – фирма «Агро-Матик», имеющая производственные мощности в нескольких областях страны, выпускает продукцию с 2006 г. для животноводства и птицеводства. Агро-Матик показал хорошие результаты при включении в корма осетровых [Ставцев, 2022].

**Протефид** – белковый концентрат на основе соевого сырья с высоким содержанием протеина – 75% при уровне жира 0,6%. Это новый компонент отечественного производителя «Партнер-М», который создаёт различную продукцию в пищевых и кормовых целях с 2005 г. и успешно занимается её экспортом.

Существует много работ, в которых показано, что выпускаемый зарубежными фирмами концентрат соевого белка является отличным источником растительного протеина, заменяющего рыбную муку в составе кормов для объектов аквакультуры, в том числе форели и лосося [Гайваронская, 2019]. Положительные результаты были получены и на сеголетках сиговых масосой от 2–4 г при включении в их корма концентрата и изолята соевого белка [Остроумова и др., 2019]. В отличие от указанных импортных соевых продуктов Протефид выпускается в России.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Корма с включением заменителей рыбной муки по разработанным ГосНИОРХ рецептам готовились методом экструзии в ООО «Нева Тропик» (2018 г.) и в отделе кормов и кормовых компонентов ВНИРО (2019 и 2020 гг.). Особенности состава кормов № 1–13 с заменой рыбной муки на концентрат микробного белка, Агро-Матик и Протефид приведены

в табл. 1 и 2. Корма сходны по питательной ценности. Контрольные варианты (без заменителей рыбной муки) помечены буквой К (№ 1К, № 4К и № 9К).

В составе рецептов, помимо указанных компонентов, присутствовали мясная и пшеничная мука, соевые шроты, кормовые дрожжи, рыбий жир, льняное масло,

премиксы витаминов и минеральных веществ и другие физиологически активные добавки.

Для сравнения результатов, получаемых на экспериментальных и контрольных кормах, использовали корм Ройял одной из ведущих западных фирм – «Райсиоагро» (Финляндия).

**Таблица 1.** Особенности состава кормов в 2018 и 2019 гг. и их питательные вещества, %

**Table 1.** Features of the feed composition in 2018 and 2019 and their nutrients, %

Компоненты	2018 г.				2019 г.			
	№ 1К	№ 2	№ 3	№ 4К	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Рыбная мука	34	24	19	40	30	30	20	20
Микробный белок	–	10	15	–	–	–	–	–
Агро-Матик	–	–	–	–	10	12	20	–
Протефид	–	–	–	–	–	–	–	20
Рыбий жир	14	14	14	16	16	16	14	14
Питательные вещества, %								
Белок	48,2	48,6	48,9	49,8	49,5	49,3	49,1	51
Жир	17	16,6	16,3	17,4	17,5	17,8	17,4	16,1
БЭВ*	18,7	18,8	18,7	15,2	15,6	15,0	15,9	14,9
Клетчатка	1,9	1,8	1,8	1,5	1,7	1,7	2,0	2,0
Зола	6,6	6,1	5,8	7,5	7,6	7,26	7,8	5,8
Лизин	3,2	3,2	3,2	3,6	3,5	3,35	3,3	3,3
Метионин	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,45	1,4	1,7
Са	1,7	1,2	1,0	2,0	1,7	1,7	1,5	1,5
Р	1,2	1,0	0,9	1,2	1,1	1,1	0,9	0,9

\* Безазотистые экстрактивные вещества.

**Таблица 2.** Особенности состава кормов с повышенным содержанием липидов, 2020 г., %

**Table 2.** Features of the feed composition in 2020 and their nutrients, %

Компоненты	№ 9К	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13
Рыбная мука	40	28	20	28	28
Агро-Матик	–	12	20	–	–
Протефид	–	–	–	12	12
Рыбий жир	14	16	22	20	16
Льняное масло	–	4	–	–	4
Питательные вещества, %					
Белок	49,9	47,3	44,8	48,5	48,5
Жир	17,5	23,6	25,6	22,4	22,5
БЭВ*	15,4	12,4	12,1	11,5	11,5
Клетчатка	1,6	1,6	1,8	1,6	1,6
Зола	7,5	6,9	6,4	6,2	6,2
Лизин	3,6	3,2	2,9	3,3	3,3
Метионин	1,5	1,9	1,8	1,83	1,83
Са	2,0	1,6	1,4	1,65	1,5
Р	1,2	1,0	1,1	1,2	1,2

\* Безазотистые экстрактивные вещества.

Эксперименты с двухлетками сиговых рыб проводили на базе рыбного хозяйства ООО «Форват» (Ленинградская обл.) в садках размером 2,5×2,5×3,0 м, установленных в оз. Суходольское (Вуоксинская озёрно-речная система).

Опыты 2018 г. проходили с двухлетками муксуна *Coregonus muksun* (Pallas, 1814). Посадка рыб массой 97 г по 220 экз. в садок. Продолжительность опыта 57 сут с 7.09 по 4.11. Средняя температура 12,3 °С, которая снижалась в течение эксперимента с 19,4 до 6,2 °С. В связи с поздним из-за температурных условий началом опыта и длительным хранением изготовленных кормов их опрыскивали перед кормлением рыб витамином С (раствор с 2 г витамина на 1 кг корма) для поддержания антиоксидантной защиты липидов в организме рыб.

Опыты 2019 г. ставились с двухлетками чира *S. nasus* (Pallas, 1776). Посадка рыб массой 65 г по 160 экз. в садок. Продолжительность – 64 сут с 14.08. по 18.10. Температура составляла в среднем 17,5–18,5 °С, к концу экспериментов снизилась до 7,7 °С.

В опытах 2020 г. использовали двухлеток муксуна. Посадка по 150 экз. массой 25 г. Продолжительность – 148 сут с 20.05 по 16.10. Средняя температура – 16,5 °С при колебании от 9,3 до 20 °С и выше, т. е. в отдельные периоды превышала допустимый уровень для сиговых (20 °С). Содержание кислорода при этом не снижалось ниже 6 мг/л, а в основном колебалось в пределах 7–8 мг/л.

Кормление рыб проводили вручную с 8 ч утра до 10 ч вечера. Расчёт суточных норм корма и ухода за рыбой осуществляли по рекомендациям, разработанным ГосНИОРХ [Костюничев и др., 2012 а].

В ходе проведения экспериментов периодически проводили контрольные обловы и взвешивание 30–50 экз. рыб для наблюдения за ростом и для корректировки суточных норм кормления. В конце опыта взвешивали всю рыбу и отбирали пробы для анализов. Суточные приросты определяли по Г.Г. Винбергу [1956]. Кормовые коэффициенты – путём деления количества выданного корма на прирост. Используемые суточные нормы кормления [Костюничев и др., 2012 а] рассчитаны на активную поедаемость всей порции корма.

Анализ жира проводили методом Фолча с двумя растворителями [Folch et al., 1957]. Витамин С определяли по методу В.И. Бунина в модификации Л.М. Князевой [1979]<sup>1</sup>, показатели крови – общепринятыми методами [Головина, Тромбицкий, 1989]: гемоглобин крови – по Сали, мазки крови окрашивали

<sup>1</sup> Князева Л.М. 1979. Рекомендации по увеличению сроков хранения гранулированного корма для молоди форели путём опрыскивания его водным раствором витамина С. Л.: ГосНИОРХ, 12 с.

по методу Паппенгейма красителем-фиксатором Май-Грюнвальда с последующим докрашиванием азур-эозином по Романовскому.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Эксперименты 2018 г. с заменой рыбной муки в кормах на концентрат микробного белка*

В опытах 2018 г. в состав экспериментальных кормов вводили 10 и 15 % концентрата микробного белка (см. табл. 1), замещая, соответственно, 29 и 44 % рыбной муки в кормах. Интенсивность роста рыб, получавшей корма с заменителями, была в течение всего времени опыта сходной с ростом муксуна, содержащегося на контрольном и импортном кормах (табл. 3, рис. 1). Различия по конечной массе рыб были небольшими и статистически недостоверными. Достоверно ниже конечной массы рыб, получавших импортный корм, была лишь масса рыб на контрольном корме (177 против 207 г – на 17 %) при уровне значимости  $P < 0,05$ , что отразилось и на суточном приросте. По другим рыбоводно-биологическим показателям, включая кормовой коэффициент, существенных различий не отмечалось. Выживаемость во всех вариантах опыта составляла около 90 % и выше.

Физиологическое состояние всех рыб было нормальным. Показатели красной крови, индекса печени и уровня жира в теле и печени рыб колебались в основном в пределах референсных значений (нормы) (табл. 4). Опрыскивание витамином С экспериментальных и контрольного кормов сохранило нормальный уровень витамина С в организме рыб, несмотря на продолжительное хранение кормов. Известно, что основная масса аскорбиновой кислоты в рационах разрушается уже в первые месяцы их хранения [Soliman et al., 1987]. Длительная сохранность витамина в импортных кормах связана с использованием стабилизированной формы аскорбиновой кислоты, которая у нас не производится.

Не отмечено отклонений и в лейкоцитарной формуле у рыб, получавших разные корма (табл. 5).

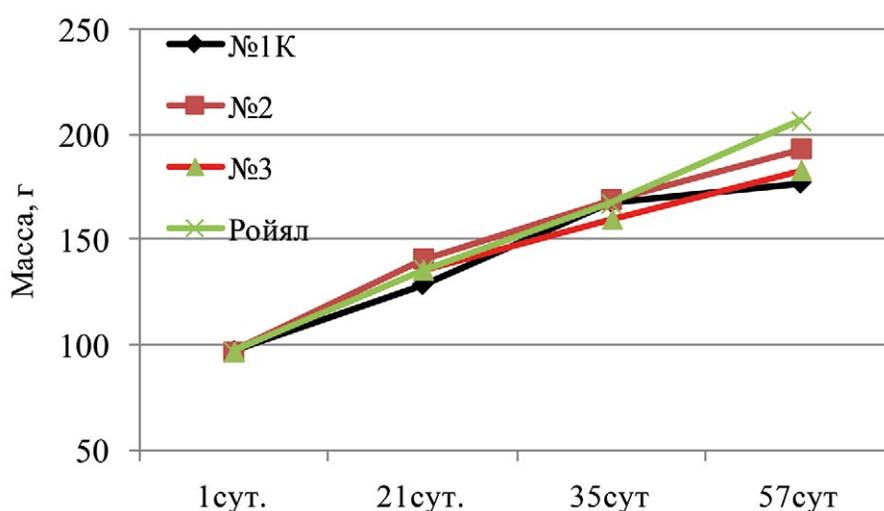
Результаты определения рыбоводно-биологических и физиологических показателей двухлеток муксуна свидетельствуют о том, что замена значительной части белка рыбной муки на белок бактериальной биомассы не отразилась на питательной ценности рационов и не оказала негативного действия на белковый обмен, о чём свидетельствует нормальный рост рыб в течение всего времени эксперимента и отсутствие отклонений в их физиологическом состоянии.

**Таблица 3.** Результаты выращивания двухлеток муксуна на кормах с заменой рыбной муки на концентрат микробного белка. 2018 г.

**Table 3.** Growth of two-year-old muksun on feed with the replacement of fishmeal with microbial protein concentrate. 2018

№	Корм	*Конечная масса, г 4.11.22 (57 сут)	Коефф. вариации массы, %	Суточный прирост, %	Выживаемость, %	Кормовой коефф.
	Особенности состава, %					
1К	Рыбная мука – 34 Рыбий жир – 14 (Контроль)	177±6,74	15,9	1,05	91	1,1
2	Рыбная мука – 24 Микробный белок – 10 Рыбий жир – 14	193±9,40	12,5	1,20	88	1,2
3	Рыбная мука – 19 Микробный белок – 15 Рыбий жир – 14	183±7,48	13,9	1,10	97	1,1
	Ройял	207±9,65	16,3	1,32	94	1,2

Примечание: \*Начальная масса 7 сентября 97 г.



**Рис. 1.** Рост двухлеток муксуна на кормах с заменой рыбной муки на микробный белок: № 1К-контроль, № 2 – микробный белок-10%, № 3 – микробный белок-15%

**Fig. 1.** The growth of two-year-old muksun on feed with the replacement of fishmeal with microbial protein: No.1K-control, No.2-microbial protein-10%, No.3 – microbial protein-15%

**Таблица 4.** Физиологические показатели двухлеток муксуна на кормах с заменителями рыбной муки на концентрат микробного белка. 2018 г.

**Table 4.** Physiological parameters of two-year-old muksun on feed with fishmeal substitutes for microbial protein concentrate. 2018

№	Корм Особенности состава, %	Гемоглобин, г/л	Незрелые эритроциты, %	Индекс печени, %	Жир, %		Витамин. С, мкг/г	
					В теле	В печени	В теле	В печени
1К	Рыбная мука – 34 Рыбий жир – 14 (Контроль)	70±2,8	5,7±0,9	1,4±0,07	10,3	7,2	44,7	122,9
2	Рыбная мука – 24 Микробный белок – 10 Рыбий жир – 14	67±4,5	5,6±0,57	1,5±0,08	11,5	7,8	44,4	122,9

№	Корм Особенности состава, %	Гемоглобин, г/л	Незрелые эритроциты, %	Индекс печени, %	Жир, %		Витамин. С, мкг/г	
					В теле	В печени	В теле	В печени
3	Рыбная мука – 19 Микробный белок – 15 Рыбий жир – 14	63±4,4	4,8±0,64	1,5±0,08	11,4	8,5	40,3	114,1
	Ройял	72±7,5	4,6±0,46	1,5±0,08	11,9	9,1	35,0	86,1
	<b>Норма</b>	<b>60–100</b>	<b>5–20</b>	<b>1,1–1,5</b>	<b>9–13</b>	<b>3–7</b>	<b>20–100</b>	<b>60–120</b>

**Таблица 5.** Морфология белой крови двухлеток муксуна на кормах с использованием заменителей рыбной муки. 2018 г.  
**Table 5.** White blood morphology of two-year-old muksun on feed using substitutes for fishmeal. 2018

Корм	Лимфоциты, %	Полиморфно-ядерные лейкоциты, %	Моноциты, %	Количество лейкоцитов на 500 эритроцитов (Абсолютное)
1К	95,7±1,1	0,6±0,2	3,7±0,92	19,3±1,7
2	96,6±0,83	0,6±0,28	2,7±0,59	11,7±1,73
3	96,0±0,97	0,7±0,33	3,2±0,70	15,1±1,52
Ройял	96,8±0,72	0,8±0,33	2,4±0,50	14,8±1,55
<b>Норма</b>	<b>80–98</b>	–	–	<b>10–25</b>

Таким образом, проведённые испытания показали возможность использования концентрата микробного белка штамма ГБС-15 (бактериальная биомасса, культивируемая на природном газе) в качестве заменителя 30–40% рыбной муки в составе кормов для двухлеток сиговых.

#### *Эксперименты 2019 г. с заменой рыбной муки в кормах на Агро-Матик и Протефид*

В экспериментах 2019 г. при замене 10 и 20% рыбной муки, т. е. четвертой части и половины рыбной муки, на Агро-Матик (смесь люпина с мясной мукой из побочных продуктов птицефабрик) и на Протефид (соевый концентрат), скорость роста двухлеток чира была сходной с ростом рыб в контрольном варианте (табл. 6, рис. 2). Различия по конечной массе не достоверны. Не существенны различия и по суточному приросту и кормовому коэффициенту у рыб, получавших экспериментальные и контрольные корма.

Полученные результаты показали, что отечественные источники белка – смесь белка бобовых культур с белком мясных продуктов птицеферм, равно как и концентрат соевого белка могут заменить половину белка рыбной муки в кормах двухлеток сиговых без отрицательного влияния на скорость роста рыб.

Сходные данные представлены при использовании Агро-Матика и в кормах для осетровых [Ставцев, 2022]. В опытах с двухлетками и трёхлетками ленско-

го осетра при замене 25, 50 и 75% рыбной муки на Агро-Матик лучшие результаты получились на кормах при замене 50% муки.

Между тем, при отсутствии достоверных различий в скорости роста чира, получавшего контрольный и экспериментальные корма, рост рыб на финских кормах в наших опытах был существенно выше, чем на всех других кормах, о чем свидетельствует конечная масса рыб – 189 против 152–169 г (табл. 6). Различия достоверны при уровнях значимости  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ . Интересно, что содержание жира в теле чира, получавшего импортный корм было значительно выше (на 12–22%), чем у рыб на экспериментальных кормах. При этом превышение скорости роста (на 11–20%), по сравнению с ростом рыб на экспериментальных кормах, было сопоставимо с повышением уровня жира в их теле. Отметим, что корм Ройял содержал больше жира – 24% при 48% белка, в то время как в экспериментальных кормах при введении рыбьего жира 14–16% общий уровень липидов не превышал 17–18% при содержании протеина около 50%.

Несмотря на имеющиеся различия в скорости роста физиологические показатели, включая гемоглобин, лейкоцитарную формулу, индекс печени, содержание жира и витамина С в теле рыб на всех вариантах кормов были в норме (табл. 7).

Колебания клеток белой крови также в основном не выходили за пределы нормы (табл. 8).

Таблица 6. Выращивание двухлеток чира на кормах с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид. 2019 г.

Table 6. Cultivation of two-year-old broad whitefish on feed with the replacement of fishmeal with Agro-matike and Protefid. 2019

Корм, №	Особенности состава корма, %	*Конечная масса, г 18.10 (64 суток)	Коэффициент вариации массы, %	Суточный прирост, %	Кормовой коэфф.
4К	Рыбная мука – 40 Рыбий жир – 16	169±6,5	9,2	1,48	1,0
5	Рыбная мука – 30 Агро-Матик – 10 Рыбий жир – 16	167±4,9	16,5	1,46	1,0
6	Рыбная мука – 30 Агро-Матик – 12 Рыбий жир – 16	166±4,5	12,4	1,45	1,0
7	Рыбная мука – 20 Агро-Матик – 20 Рыбий жир – 14	163±5,9	15,3	1,43	1,2
8	Рыбная мука – 20 Протефид – 20 Рыбий жир – 14	152±6,1	9,5	1,32	1,3
Ройял		189±10,1	26,3	1,65	0,9

Примечание: \* Начальная масса 14 августа 65 г.

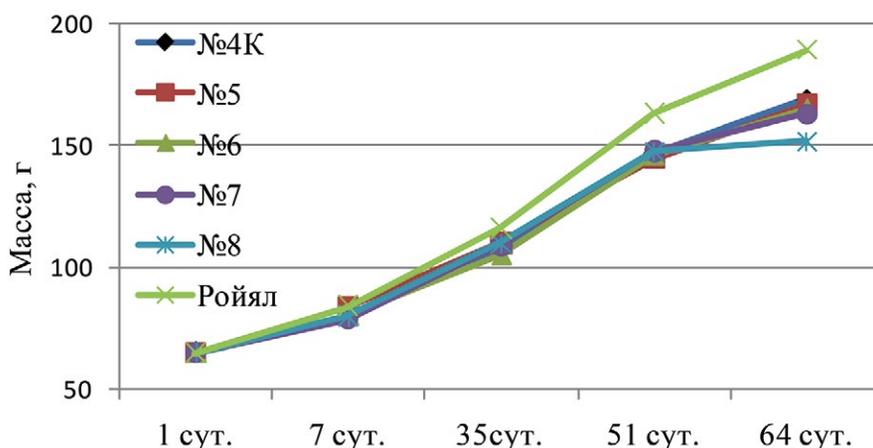


Рис. 2. Рост двухлеток чира на кормах с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид: № 4К-контроль, № 5-Агро-Матик – 10%, № 6-Агро-Матик – 12%, № 7- Агро-Матик-20%, № 8- Протефид – 20%

Fig. 2. The growth of two-year-old broad whitefish on feed with the replacement of fishmeal with Agro-Matike and Protefid. No.4K-control, No.5-Agro-Matike – 10%, No.6-Agro-Matike – 12%, No.7-Agro-Matike-20%, No.8-Protefid – 20%

Таблица 7. Физиологические показатели двухлеток чира на кормах с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид. 2019 г.

Table 7. Physiological indicators of two-year-old broad whitefish on feed with the replacement of fishmeal with Agro-Matike and Protefid. 2019

Корм, №	Гемоглобин, г/л	Незрелые эритроциты, %	Индекс печени, %	Жир, %		Витамин С, мкг/г	
				В теле	В печени	В теле	В печени
4К	101±2,9	5,9±0,55	1,3±0,1	9,6	6,6	23,1	95,4
5	91±3,8	6,0±0,83	1,3 ±0,1	10,5	7,5	22,5	88,9
6	89±4,4	6.3±0,70	1,4±0,1	10,3	7,0	21,5	88,2
7	78±3,3	3,9±0,30	1,4±0,1	9,8	7,7	22,3	78,3
8	75±3,0	5,1±0,46	1,2±0,1	10,1	6,2	21,5	95,6
Ройял	85± 3,8	3,8±0,97	1,5±0,1	12,6	8,1	27,4	80,5
<b>Норма</b>	<b>70–110</b>	<b>5–20</b>	<b>1,1–1,5</b>	<b>9–13</b>	<b>3–7</b>	<b>20–100</b>	<b>60–120</b>

**Таблица 8.** Морфология белой крови двухлеток чира на кормах с использованием заменителей рыбной муки. 2019 г.  
**Table 8.** White blood morphology of two-year-old broad whitefish on feed using substitutes for fishmeal. 2019

Корм, №	Лимфоциты, %	Полиморфно- ядерные, %	Моноциты, %	Количество лейкоцитов на 500 эритроцитов (Абсолютное)
4К	97,6±0,05	0,5±0,13	1,8±0,51	14,2±1,06
5	98,3±0,34	0,3±0,1	1,6±0,34	11,4±1,04
6	98,6±0,42	0,1±0,07	1,2±0,38	11,5±1,25
7	95,6± 0,97	0,2±0,11	4,0±0,94	11,9±0,60
8	96,1± 0,66	0,9±0,43	2,9±0,50	9,4±1,10
Ройял	96,7±0,75	0,4± 0,21	2,8±0,58	8,8±0,77
<b>Норма</b>	<b>80–98</b>	–	–	<b>10–25</b>

*Эксперименты 2020 г. с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид в кормах с повышенным уровнем жира*

Учитывая результаты, полученные в опытах 2019 г., в следующем году в составе экспериментальных кормов с Агро-Матиком и Протефидом увеличили уровень липидов путём повышения рыбьего жира или рыбьего жира с льняным маслом до 20–22%. Это привело к тому, что рост рыб на экспериментальных кормах практически уже не отличался от роста на импортном корме. Конечная масса муксуна достигла или даже несколько превысила массу рыб на финском рационе (табл. 9, рис. 3). Контроль-

ная рыба, выращиваемая на корме с 14% рыбьего жира, отставала в росте. Колебания кормовых коэффициентов (0,9–1,4) связаны по всей вероятности в текущем году с высокой летней температурой, превышающей порой допустимый уровень для сиговых – 20 °С.

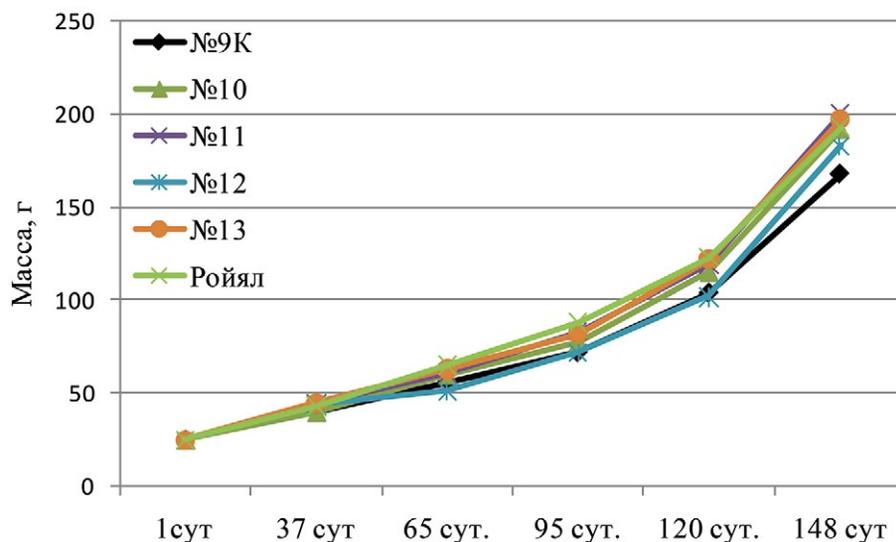
По физиологическим показателям (табл. 10) – содержанию гемоглобина, индексам печени, количеству жира и витамина С в теле и печени рыбы, получавших корма с Агро-Матиком и Протефидом при повышенном уровне липидов и импортный корм, не имели существенных различий. Параметры колебались в пределах нормы. Не отмечено патологии и по состоянию белой крови (табл. 11).

**Таблица 9.** Выращивание двухлеток муксуна на кормах с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид с повышенным содержанием жира. 2020 г.

**Table 9.** Cultivation of two-year-old muksun on feed with the replacement of fishmeal with Agro-Matike and Protefid with a high fat content. 2020

Корм	Особенности состава корма, %	*Конечная масса, г 16.10 (148 сут)	Коэффициент вариации массы, %	Суточный прирост, %	Кормовой коэфф.
№ 9К	Рыбная мука – 40 Рыбий жир – 14 (Контроль)	168±6,15	14,2	1,28	1,2
№ 10	Рыбная мука – 28 Агро-Матик – 12 Рыбий жир – 16 Льняное масло – 4	192±5,97	21,7	1,37	0,9
№ 11	Рыбная мука – 20 Агро-Матик – 20 Рыбий жир – 22	200±9,53	20,4	1,39	1,4
№ 12	Рыбная мука – 28 Протефид – 12 Рыбий жир – 20	183± 5,70	13,3	1,34	1,2
№ 13	Рыбная мука – 28 Протефид – 12 Рыбий жир – 16 Льняное масло – 4	197±7,48	19,4	1,39	1,3
Ройял		193± 5,81	11,8	1,37	1,0

Примечание: \* Начальная масса 20 мая 25 г.



**Рис. 3.** Рост двухлеток муксуна на кормах с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид с повышенным введением липидов – до 20–22%

№ 9К – контроль, № 10 – Агро-Матик – 12%, № 11 – Агро-Матик – 20%, № 12 – Протефид – 12%, № 13 – Протефид – 12%

**Fig. 3.** The growth of two-year-old mussels on feed with the replacement of fishmeal with Agro-Matike and Protefid with increased lipid intake – up to 20–22%

No. 9K – control, No.10 – Agro-Matike – 12%, No.11 – Agro-Matike – 20%, No.12 – Protefid – 12%, No.13 – Protefid – 12%

**Таблица 10.** Физиологические показатели двухлеток муксуна, получавших корма с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид, с повышенным содержанием жира. 2020 г.

**Table 10.** Physiological parameters of 2-year-old mussels fed feed with the replacement of fishmeal with Agro-Matike and Protefid with a high fat content. 2020

Корм, №	Гемоглобин, г/л	Незрелые эритроциты, %	Индекс печени, %	Жир, %		Витамин С, мкг/г	
				В теле	В печени	В теле	В печени
№ 9К	56±1,21	8,1±0,77	1,4	8,9	7,2	30,6	116,6
№ 10	71±0,95	7,7±0,52	1,1	10,8	5,9	30,0	114,7
№ 11	69±1,84	8,8±1,0	1,3	12,0	6,9	36,2	106,4
№ 12	72±1,07	9,4±1,3	1,2	11,6	7,1	32,7	105,7
№ 13	69±1,66	9,3±0,94	1,2	10,7	6,7	34,6	114,4
Ройял	74±1,57	7,6±0,82	1,2	11,4	6,7	36,7	115,1
<b>Норма</b>	<b>60–100</b>	<b>5–20</b>	<b>1,1–1,5</b>	<b>9–13</b>	<b>3–7</b>	<b>20–100</b>	<b>60–120</b>

**Таблица 11.** Показатели белой крови двухлеток муксуна, получавших корма с заменой рыбной муки на Агро-Матик и Протефид, с повышенным содержанием жира. 2020 г.

**Table 11.** Parameters of white blood of 2-year-old mussels fed feed with the replacement of fishmeal with Agro-Matike and Protefid, with a high fat content. 2020

Корм	Лимфоциты, %	Полиморфно-ядерные лейкоциты, %	Моноциты, %	Количество лейкоцитов на 500 эритроцитов, (Абсолютное)
№ 9К	89,6±1,06	2,8±0,53	7,7± 0,91	15,1±1,21
№ 10	91,7±1,02	3,6±0,69	4,7±0,56	12,7±1,41
№ 11	90,6±0,87	3,2±0,47	6,2±0,59	14,3±1,38
№ 12	91,6±1,02	3,0±0,49	5,4±0,64	12,9±1,25
№ 13	91,4±1,02	3,0±0,49	5,5±0,62	10,5±1,54
Ройял	90,5±2,14	3,4±0,64	6,1±1,58	9,4±1,21
<b>Норма</b>	<b>80–98</b>	–	–	<b>10–25</b>

Полученные данные совпадают с результатами авторов, показавших возможность замены рыбной муки в составе кормов для разных видов рыб на различные источники белка без снижения скорости роста и без негативных последствий при балансировании питательных веществ рационов [Крогдаль, 2017; Sealey et al., 2011; Lu et al., 2015; Daniel, 2018 и др.].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что 30–50% рыбной муки в составе кормов для выращивания товарных сиговых можно заменить на отечественные белковые продукты: концентрат микробного белка штамм ГБС-15, представляющий собой бактериальную биомассу на природном газе, Агро-Матик – смесь люпина и мясной муки (продукты птицеферм), Протефид – соевый концентрат. По темпу роста и физиологическим показателям двухлетки сиговых на этих кормах не отличаются от рыб, получающих контрольные корма без заменителей рыбной муки.

Увеличение рыбьего жира с 14–16% до 20–22% в составе кормов с заменителями рыбной муки повышает эффективность выращивания сиговых. При этом скорость роста рыб при нормальном физиологическом состоянии не отличается от таковых у рыб, получавших импортные корма одной из ведущих западных фирм.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 076–00005–20Пр.

## ЛИТЕРАТУРА

- Винберг Г.Г. 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Белорусский ГУ. 251 с.
- Гайваронская С. 2019. Соевый концентрат – превосходный источник белка в кормах для объектов аквакультуры // Комбикорма, № 3. С. 36–38.
- Головина, Н.А., Тромбицкий И.Д. 1989: Гематология прудовых рыб. Кишинев: Штиинца. 160 с.
- Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. 2012 а. Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в промышленных условиях // Сборник методических рекомендаций по промышленному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. / Ред. А.К. Шумилина. СПб.: ГосНИОРХ. С. 85–102.
- Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. 2012 б. Методические рекомендации по промышленному выращиванию товарных сигов (волховской сиг) на рыбноводных хозяйствах Ленинградской области // Сборник методических рекомендаций по промышленному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. Под ред. А.К. Шумилиной. СПб.: ГосНИОРХ. С. 169–186.
- Крогдаль А. 2017. Дилемма с рыбной мукой: какие есть альтернативы // Комбикорма. № 5. С. 61–64.
- Лагуткина Л.Я. 2017: Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. № 1. С. 67–78.
- Остроумова И.Н., Аршавский Д.С., Калкун В.К., Мосейчук К.Б., Смирнова Л.В., Траубе Ю.О. 1991. Эффективность использования гаприна в рационах карпа разного возраста // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 306. С. 37–46.
- Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А., Богданова В.А., Шумилина А.К., Данилова Т.П., Козьмина А.В., Филатова Т.А. 2018. Включение в стартовые корма для сиговых рыб (*Coregonidae*) бактериальной биомассы и белковых гидролизатов // Вопросы рыболовства. Т. 19, № 1. С. 82–98.
- Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А., Шумилина А.К., Филатова Т.А. 2019. Влияние замены рыбной муки на высокобелковые соевые продукты и гаприн в кормах для сеголеток сиговых рыб // Современное состояние водных биоресурсов. Мат. V Межд. конф. 27–29 ноября 2019 г. Новосибирск: Новосибирский Государственный университет. С. 322–325.
- Ставцев А.Э. 2022. Эффективность использования белкового концентрата «Агро-Матик» в кормлении осетровых рыб. Автореф. ... канд. с.-х. наук. Волгоград: Волгоградский ГАУ. 20 с.
- Тимошина Л.А., Мосейчук К.Б. 1991. Использование гаприна в кормах для радужной форели // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 306. С. 47–54.
- Фомин А.В. 1991. Использование гаприна и ферментализата БВК в стартовом корме для молоди кеты // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 306. С. 67–75.
- Arnauld S. M., Djissou A. S., Adjahouinou D. C., Koshio S., Fiogbe E. D. 2016. Complete replacement of fish meal by other animal protein sources on growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings // Intern. Aquatic research. V. 8. P. 333–341.
- Daniel N. 2018. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources // Intern. J. of Fisheries and Aquatic Studies. V. 6(2). P. 164–179.
- Folch J. A., Lees M., Sloane-Stanley G. H. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // Biol. Chem. 226. N.1. P. 497–509.
- Lu F., Haga Y., Satoh S. 2015. Effects of replacing fish meal with rendered animal protein and plant protein sources on growth response, biological indices, and amino

- acid availability for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* // *Fisher. Science*. V.81. P. 95–105.
- Sealey W.M, Hardy R.W, Barrows F.T, Pan Q, Stone D.A. 2011. Evaluation of 100% fish meal substitution with chicken concentrate, protein poultry by-product blend, and chicken and egg concentrate on growth and disease resistance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // *J. World Aquac. Soc.* V. 42. P. 46–55.
- Soliman A.K., Jauncey K., Roberts R.I. 1987. Stability of L-ascorbic acid (vitamin C) and its forms in fish feeds during processing, storage and leaching // *Aquaculture*, 60: 73–83.
- REFERENCES**
- Vinberg G.G. 1956. Intensity of metabolism and nutritional needs of fish. Minsk: Belarusian State University. 251 p. (In Russ.).
- Gaivaronskaya S. 2019. Soy concentrate is an excellent source of protein in feed for aquaculture // *Compound feed*, No. 3. P. 36–38. (In Russ.).
- Golovina, N.A., Trombitsky I.D. 1989: Pond fish hematology. Kishinev: Shtiintsa. 160 p. (In Russ.).
- Kostyunichev V.V., Knyazeva L.M., Shumilina A.K. 2012 a. Guidelines for the cultivation of commercial whitefish (chir, muksun) in industrial conditions // *Collect. of methodological recommendations for the industrial cultivation of whitefish for the purposes of reproduction and commercial aquaculture.* / ed. A.K. Shumilina. SPb. GosNIORH. P. 85–102. (In Russ.).
- Kostyunichev V.V., Knyazeva L.M., Shumilina A.K. 2012 b. Guidelines for the industrial cultivation of marketable whitefish (Volkhov whitefish) on fish farms in the Leningrad Region // *Collect. of guidelines for the industrial cultivation of whitefish for the purposes of reproduction and commercial aquaculture.* / ed. A.K. Shumilina. SPb. GosNIORKh, p. 169–186 (In Russ.).
- Krogdal A. 2017. The fishmeal dilemma: what are the alternatives // *Compound feed*. No. 5. P. 61–64. (In Russ.).
- Lagutkina L. Ya. 2017. Prospective development of the world production of feed for aquaculture: alternative sources of raw materials // *Vestnik ASTU. Ser.: Fisheries* No. 1. P. 67–78. (In Russ.).
- Ostroumova I.N., Arshavsky D.S., Kalkun V.K., Moseychuk K.B., Smirnova L.V., Traube Yu.O. 1991. The effectiveness of the use of gaprin in the diets of carp of different ages // *Collect. scientific papers of GosNIORKh. Iss. 306*. P. 37–46. (In Russ.).
- Ostroumova I.N., Kostyunichev V.V., Lyutikov A.A., Bogdanova V.A., Shumilina A.K., Danilova T.P., Kozmina A.V., Filatova T.A. 2018. Inclusion of bacterial biomass and protein hydrolysates into starter feeds for whitefish (Coregonidae) // *Fishing Issues*. V. 19, no. 1. P. 82–98. (In Russ.).
- Ostroumova I.N., Kostyunichev V.V., Lyutikov A.A., Shumilina A.K., Filatova T.A. 2019. Influence of replacing fishmeal with high-protein soy products and gaprin in feed for whitefish fingerlings // *Current state of aquatic bioresources. Proc. of the V Intern. Conf. November 27–29, 2019 Novosibirsk, Novosibirsk SAU*. P. 322–325. (In Russ.).
- Stavtsev A.E. 2022. Efficiency of using Agro-Matike protein concentrate in feeding sturgeons. PhD thesis. Volgograd, Volgograd SAU. 20 p. (In Russ.).
- Timoshina L.A., Moseychuk K.B. 1991. The use of gaprin in feed for rainbow trout // *Collect. scientific papers of GosNIORKh. Iss. 306*. P. 47–54. (In Russ.).
- Fomin A.V. 1991. Use of gaprin and BVK enzyme lysate in starter feed for young chum salmon // *Collect. scientific papers of GosNIORKh. Iss. 306*. P. 67–75. (In Russ.).
- Arnauld S.M., Djissou A.S., Adjahouinou D.C., Koshio S., Fiogbe E.D. 2016. Complete replacement of fish meal by other animal protein sources on growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings // *Intern. Aquatic research*. V. 8. P. 333–341.
- Daniel N. 2018. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources // *Intern. J. of Fisheries and Aquatic Studies*. V. 6(2). P. 164–179.
- Folch J.A., Lees M., Sloane-Stanley G.H. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // *Biol. Chem.* 226. N.1. P. 497–509.
- Lu F., Haga Y., Satoh S. 2015. Effects of replacing fish meal with rendered animal protein and plant protein sources on growth response, biological indices, and amino acid availability for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* // *Fisher. Science*. V.81. P. 95–105.
- Sealey W.M, Hardy R.W, Barrows F.T, Pan Q, Stone D.A. 2011. Evaluation of 100% fish meal substitution with chicken concentrate, protein poultry by-product blend, and chicken and egg concentrate on growth and disease resistance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // *J. World Aquac. Soc.* V.42. P. 46–55.
- Soliman A.K., Jauncey K., Roberts R.I. 1987. Stability of L-ascorbic acid (vitamin C) and its forms in fish feeds during processing, storage and leaching // *Aquaculture*, 60: 73–83.

Поступила в редакцию 28.08.2022 г.  
Принята после рецензии 24.11.2022 г.



## Аквакультура / Aquaculture

# Применение препаратов «Левифлоксацин» и «СУБ-ПРО» при терапии бактериальной геморрагической септицемии у карповых рыб

Н.Н. Романова, Л.Н. Юхименко, В.В. Вараксина, С.Б. Токарева, А.С. Сафронова, О.В. Сехина

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Дмитровский г. о., п. Рыбное, д.40А, Московская обл., 141821  
E-mail: romanova\_nn@vniiprh.ru

**Цель работы** заключалась в определении эффективных дозировок нового для аквакультуры антибактериального препарата «Левифлоксацин» для лечения бактериальной геморрагической септицемии у карпа и коррекции физиологического состояния рыб после болезни и антибиотикотерапии.

**Используемые методы:** эксперименты проведены в аквариальных условиях на молоди карпа, заражённой смешанной культурой возбудителей: высокопатогенных штаммов *Aeromonas* sp., *Acinetobacter calcoaceticus* и *Citrobacter*. В эксперименте испытаны 3 дозировки левифлоксацина: 250, 500 и 1000 мг/кг икhtiомассы в корм в течение 7 дней. После антибиотикотерапии был проведен курс кормления с пробиотическим препаратом «СУБ-ПРО» в дозировке 0,4 г/кг корма в течении 10 дней.

**Новизна** заключается в отработке схемы применения для рыб нового для аквакультуры антибактериального препарата широкого спектра действия «Левифлоксацин».

**Результаты:** получены положительные результаты по применению нового для аквакультуры антибиотика «Левифлоксацин» при терапии бактериальной геморрагической септицемии, что позволяет рекомендовать данный препарат как перспективный. Преимуществом препарата является оказание ингибирующего воздействия на широкий спектр бактериальных агентов и отсутствие отрицательного воздействия на физиологическое состояние рыб. В экспериментальных условиях выявлена эффективная дозировка левифлоксацина 1000 мг/кг рыбы, применяемая в течение 7 дней. Выявлена положительная динамика на показатели крови пробиотического препарата «СУБ-ПРО» после болезни и антибиотикотерапии, что обеспечило повышение сопротивляемости организма рыб.

**Практическая значимость:** полученные результаты будут являться основополагающими для подготовки практических рекомендаций по мерам борьбы с бактериальной геморрагической септицемией рыб в аквакультуре.

**Ключевые слова:** антибиотик «Левифлоксацин», бактериальная геморрагическая септицемия, гематологические показатели, карп, пробиотик «СУБ-ПРО».

## The use of Levofloxacin and SUB-PRO in the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia in Cyprinids

Natalia N. Romanova, Lyudmila N. Yukhimenko, Valentina V. Varaksina, Svetlana B. Tokareva, Anna S. Safronova, Olga V. Sekhina

Freshwater fisheries branch of «VNIRO» («VNIIPRH»), 40 A, v. Rybnoe, Moscow reg., 141821, Russia

**The aim** was to determine the effective dosages of Levofloxacin, an antibacterial drug new for aquaculture, for the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia in carps and improvement of the physiological state of fish following disease and antibiotic therapy.

**The methods:** the experiments were carried out in aquaculture on juvenile carps infected with a mixed culture of pathogens: highly pathogenic strains of *Aeromonas* sp., *Acinetobacter calcoaceticus*, and *Citrobacter*. Three dosages of Levofloxacin were tested: 250, 500, and 1,000 mg/kg of ichthyomass with feed for 7 days. After the antibiotic therapy, a course of feeding was carried out with SUB-PRO probiotic at a dose of 0.4 g/kg of feed for 10 days.

**Scientific novelty:** application of a broad-spectrum antibiotic Levofloxacin, an antibacterial drug new for aquaculture, in fish.

**The results:** positive results were obtained with Levofloxacin, an antibiotic new for aquaculture, in the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia. The advantage of the drug is the inhibitory effect on a wide range of bacterial agents and the absence of negative effects on the physiological state of fish. An effective dosage of Levofloxacin (1,000 mg/kg of ichthyomass for 7 days) was established under experimental conditions. The positive dynamics on the blood parameters of the probiotic drug «SUB-PRO» after the disease and antibiotic therapy was revealed, which provided an increase in the resistance of the fish organism.

**The practical significance:** the findings will be crucial in the development of practical recommendations for the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia of fish in aquaculture.

**Keywords:** Levofloxacin antibiotic, bacterial haemorrhagic septicaemia, blood values, carp, SUB-PRO probiotic.

## ВВЕДЕНИЕ

Одно из ведущих мест в патологии рыб занимают бактериальные болезни, вызываемые представителями различных таксономических групп: грамотрицательными бактериями (сем. Enterobacteriaceae), неферментирующими щелочеобразователями (моракселлы, ацинетобактеры, псевдомонады), энтерококками, бациллами и другими бактериальными агентами. Заболевания, вызываемые одним видом бактерий, в настоящее время практически не встречаются. Чаще всего диагностируется бактериальная геморрагическая септицемия (БГС), при которой в микробиоценозе рыб могут быть представители до 9–10 таксонов [Аморос-Хименес, Шкурина, Принцевская, 2003; Юхименко, Бычкова, 2007]. Это заболевание может поражать все виды рыб при неблагоприятном воздействии на организм высокого содержания органических веществ в воде, при превышении плотности посадки, использовании некачественных кормов, воздействии стресс-факторов, травматизации и др. Клинические признаки проявляются серозно-геморрагическим воспалением кожных покровов, асцитом, некротическим распадом кожной и мышечной тканей, поражением внутренних органов.

Сложность лечения БГС состоит в том, что его возбудителями являются несколько разновидностей бактерий, чаще всего с разной чувствительностью к антибактериальным препаратам. Основным ограничением эффективности антибиотиков является способность бактерий формировать резистентность (устойчивость) к их действию. Ранее применяемые антибиотики в аквакультуре, такие как окситетрацилин, фуразолидон, метронидазол, ципрофлоксацин всё чаще оказываются неэффективными, особенно при лечении бактериальной инфекции полиэтилогической природы. Этот процесс многократно ускоряется при необоснованном и избыточном применении антимикробных препаратов в качестве средств профилактики [Юхименко и др., 2020; Кукин и др., 2021]. Данную проблему возможно решить за счёт внедрения новых для аквакультуры препаратов.

Проведённые экспериментальные работы по подбору антибактериальных препаратов против возбудителей БГС с применением диско-диффузионного метода определения антибиотикочувствительности показали, что препарат «Левифлоксацин» обладает высокой эффективностью подавления микрофлоры [Юхименко и др., 2021].

Задача антибиотикотерапии состоит в том, чтобы остановить неконтролируемый рост бактерий в организме, но при этом минимизировать отрицательное влияние на иммунную систему. С учётом того, что ор-

ганизм должен завершить удаление антигенов после проведения антибиотикотерапии, необходимо поддержание иммунитета рыб.

В рыбоводной практике для улучшения физиологического состояния рыб, повышения неспецифической резистентности организма к неблагоприятным факторам внешней среды широко применяют пробиотик «СУБ-ПРО» на основе *Bacillus subtilis* [Юхименко, Бычкова, 2020]. В 1 г препарата содержится не менее  $5 \times 10^{10}$  КОЕ (колониеобразующих единиц) живых микробных клеток штамма бактерий *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2335 в споровой форме.<sup>1</sup>

Цель работы заключалась в определении эффективных дозировок нового для аквакультуры антибактериального препарата «Левифлоксацин» для лечения бактериальной геморрагической септицемии у карпа и коррекции физиологического состояния рыб после болезни и антибиотикотерапии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Испытуемый препарат «Левифлоксацин» – синтетическое антибактериальное средство широкого спектра действия из группы фторхинолонов, левовращающий изомер офлоксацина. Препарат блокирует ДНК-гиразу, нарушает суперспирализацию и сшивку разрывов ДНК, ингибирует синтез ДНК, вызывает глубокие морфологические изменения в цитоплазме, клеточной стенке и мембранах.<sup>2</sup>

Экспериментальные работы по испытанию левифлоксацина для лечения БГС проводили в аквариальных условиях лаборатории ихтиопатологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») на годовиках карпа (массой  $26,7 \pm 3,5$  г). Во время эксперимента были соблюдены требования, предъявляемые к работе с биологическими патогенами III и IV групп опасности.

Эксперимент проводили после предварительной адаптации рыб к условиям содержания в течение 14 дней. Семидневный курс кормления комбикормом с ацидофилином в количестве 10% от нормы кормления проводили во время адаптации. Рыбы, используемые в эксперименте, были практически свободны от бактериальных инфекций, за исключением одной пробы (печень), в которой были обнаружены единичные бактерии *Acinetobacter calcoaceticus*. Обнаруженный вид бактерий вошёл в перечень использованных для заражения бактериальных агентов, следовательно, данное явление не могло повлиять на результат эксперимента.

<sup>1</sup> <http://vet-probiotic.ru/sub-pro-dozirovka-v-rybovodstve/>

<sup>2</sup> <https://www.vidal.ru/drugs/molecule/1241>

Во время проведения испытаний температура воды в аквариумах составляла 18,0 °С – 21,0 °С, содержание растворённого кислорода – 6,9–8,1 мг/л.

Результаты бактериологического анализа поступающей воды (перед заражением рыбы) были следующие: общее микробное число (ОМЧ) находилось в пределах 2940 КОЕ/мл, микробиоценоз был представлен *Acinetobacter calcoaceticus*, *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas alcaligenes*. Для кормления использовали экструдированный производственный корм для карповых видов рыб (суточная лечебная норма кормления составила ≈ 2% от массы рыбы).

Заражение рыб опытных групп и положительного контроля проводили методом внутримышечной инъекции в количестве 0,2 мл/экз. смешанной культурой возбудителей БГС (*Aeromonas* sp. с ДНК-зонной активностью 6,0 мм, подтверждающей высокую вирулентность аэромонад, *Acinetobacter calcoaceticus* и *Citrobacter* sp.).

Рыбам в группе отрицательного контроля К (-) вводили внутримышечно такое же количество стерильного питательного бульона [Головина и др., 2016].

Рыб разделили на 5 групп по 20 экз. в каждой. Три группы заражённых рыб были пролечены антибиотиком в разных дозировках после появления клинических признаков БГС. Схема проведения эксперимента представлена на рис. 1.

Для внесения Левофлоксацина в корм использовали метод орошения разовой порции корма водной суспензией препарата, приготовленной непосредственно перед кормлением и выдержанной в течение 10–15 минут для пропитывания корма.

Бактериологическому исследованию после проведения курса лечения левофлоксацином подлежали паренхиматозные органы (печень, почки) от 5 рыб из каждой опытной группы, и одновременно из групп отрицательного и положительного контроля. От этих



Рис. 1. Схема экспериментальных работ по терапии БГС у карповых рыб и методу коррекции их физиологического состояния после антибиотикотерапии

Fig. 1. Flow chart of experimental work on the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia in cyprinids and the method of improvement of their physiological state following antibiotic therapy

же рыб перед умерщвлением была отобрана кровь на гематологический анализ.

Бактериологические посевы проб паренхиматозных органов рыб проводили на питательные и дифференциально-диагностические среды: эритроагар – для определения уровня бактериальной контаминации; Эндо – для определения присутствия энтеробактерий (*Citrobacter* sp.), аэромонад (*Aeromonas* sp.) и неферментирующих щелочеобразующих бактерий (*Acinetobacter calcoaceticus*).

После отбора рыб на бактериологический и гематологический анализ для оценки эффективности применения левофлоксацина оставшиеся рыбы из опытных групп были объединены и поделены на две группы (опытная группа, получавшая СУБ-ПРО и контрольная группа, не получавшая СУБ-ПРО) по 10 рыб в каждой. Расчётное количество корма с пробиотиком СУБ-ПРО было приготовлено путём внесения препарата методом орошения водной суспензией в дозировке 0,4 г/кг корма с последующим тщательным перемешиванием и подсушиванием в тонком слое до сыпучего состояния.

Оценку физиологического состояния карпа проводили по результатам гематологического анализа, кровь отбирали из хвостовой артерии пастеровской пипеткой [Методические указания ..., 1999]. Гематологический анализ у рыб проводили два раза:

- после антибиотикотерапии левофлоксацином от 10 рыб (от 5 рыб перед проведением бактериологического анализа и дополнительно по 5 рыб было взято из аквариумов) из каждой группы: 3-х опытных групп, положительного (К+) и отрицательного контроля (К-)

- после курса получения пробиотического препарата «СУБ-ПРО» от 10 рыб из каждой группы (опытной и контрольной). Гематологический анализ включал определение следующих показателей:

- гемоглобин – гемоглобинцианидным методом на приборе МиниГЕМ-540;

- количество эритроцитов – пробирочным методом с подсчётом в камере Горяева;

- содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) – по формуле Гительсона и Терского;

- процентное соотношение незрелых форм эритроцитов (эритропоз) на мазках крови, окрашенных по Паппенгейму (Романовскому-Гимза);

- количество лейкоцитов;

- лейкоцитарную формулу;

- абсолютное значение лейкоцитов.

Идентификацию форменных элементов крови проводили по общепринятой классификации Н.Т. Ивановой [1983].

Статистическая обработка материала проведена с помощью программы Microsoft Excel, в которой

рассчитывали среднее значение, стандартную ошибку среднего и критерии по Стьюденту.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

После заражения смешанной культурой возбудителей БГС первые признаки заболевания (припухлость, гиперемия и изъязвление на боковой поверхности тела) в опытных группах и группе положительного контроля были отмечены у 20% рыб на 3 сутки и уже у 75% на 4 сутки. Для подтверждения контаминации вводимыми бактериальными агентами из каждой группы (3-х групп опытных, рыба была рассажена уже на варианты, а также положительного и отрицательного контроля) было взято по 1 экз. рыб на бактериологический анализ. В паренхиматозных органах (печени и почек) рыб был выявлен бактериальный рост различной интенсивности (табл. 1).

В пробах органов были обнаружены штаммы внесённых возбудителей БГС: *Aeromonas* sp., *Acinetobacter calcoaceticus*, *Citrobacter* sp., а также другие бактерии, которыми не заражали рыбу, – бактерии группы кишечной палочки (БГКП), *Pseudomonas alcaligenes* и *Moraxella* sp., которые вероятно присутствовали в поступающей воде. Паренхиматозные органы рыбы из группы отрицательного контроля К (-) (незаражённая) были свободны от бактериальной контаминации, несмотря на присутствие в воде посторонней микрофлоры, что возможно из-за более высокого уровня неспецифической резистентности организма. У рыб из опытных групп под воздействием введённых бактериальных агентов, вероятно, произошло снижение иммуно-физиологического статуса, и организм стал более восприимчив, что и проявилось в контаминации органов микрофлорой из воды.

Лечение антибиотиком «Левофлоксацин» опытных групп годовиков карпа начали на следующие сутки после подтверждения заражения. Курс терапии составил 7 дней.

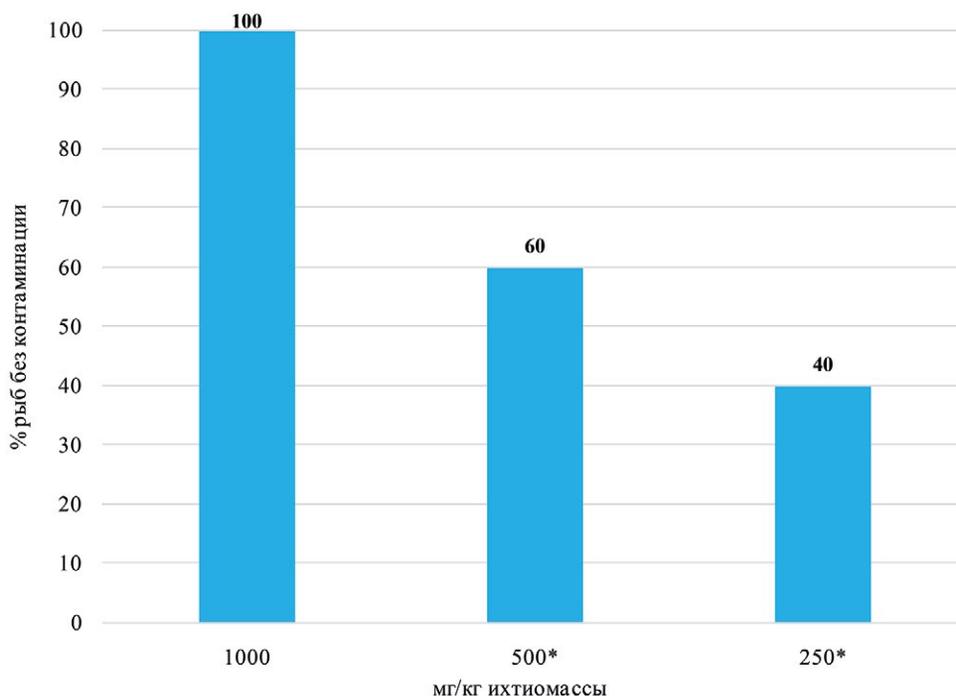
После окончания антибиотикотерапии от 5 рыб из каждой опытной группы и контрольных групп провели посевы проб печени и почек для определения уровня контаминации и микробиоценоза.

Выявлена наибольшая эффективность терапии при дозировке левофлоксацином 1000 мг/кг массы рыбы в корм в течение 7 дней, контаминация паренхиматозных органов отсутствовала. Другие испытываемые дозировки 250 и 500 мг/кг рыбы были эффективны против *Aeromonas* sp. и *Pseudomonas alcaligenes*, но на другую условно-патогенную микрофлору, которая часто является сопутствующей при возникновении БГС – *Citrobacter* sp. и *Acinetobacter calcoaceticus* не оказали влияния (рис. 2).

Таблица 1. Микробиоценоз паренхиматозных органов карпа (подтверждение заражения)  
 Table 1. Carp parenchymal organ microbiocenosis (confirmation of infection)

Проба	Уровень обсеменённости		Микробиоценоз	
	эритроагар	Эндо		
<b>Опытные группы рыб</b>				
1	п	единичный	единичный	<i>Aeromonas</i> sp. (2,0;2,5)*, <i>Citrobacter</i> sp., БГКП
	пч	обильный	умеренный	БГКП, <i>Citrobacter</i> sp., <i>Aeromonas</i> sp. (2,0)*
2	п	умеренный	единичный	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> , <i>Aeromonas</i> sp. (2,5;3,0)*, <i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
	пч	единичный	единичный	<i>Citrobacter</i> sp.
3	п	единичный	единичный	<i>Citrobacter</i> sp.
	пч	умеренный	умеренный	<i>Citrobacter</i> sp., <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> , БГКП
<b>Группа положительного контроля К (+)</b>				
4	п	единичный	единичный	<i>A.</i> sp. (2,0;4,0)*, <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> , <i>Moraxella</i> sp.
	пч	единичный	единичный	<i>Citrobacter</i> sp., <i>Moraxella</i> sp., БГКП
<b>Группа отрицательного контроля К (-)</b>				
5	п	р/н	р/н	не обнаружено
	пч	р/н	р/н	

Примечание. \* – (...) – ширина зоны деполимеризации ДНК, мм (0 мм – авирулентные штаммы; 1,0–2,5 мм – слабовирулентные штаммы; 3,0–4,5 мм – вирулентные штаммы); п – печень; пч – почки.



Примечание: \* – дозировки эффективны против р. *Aeromonas* и *Pseudomonas*

Рис. 2. Доля рыб из опытных групп свободных от контаминации бактериальными агентами при терапии БГС разными дозировками антибиотика «Левифлоксацин»

Fig. 2. The proportion of fish from experimental groups free from contamination with bacterial agents in the treatment of bacterial haemorrhagic septicaemia with different dosages of Levofloxacin antibiotic

Оценка физиологического состояния рыб после антибиотикотерапии проведена по гематологическим показателям (табл. 2). При развитии БГС у рыб отмечено достоверное (по критериям достоверности по Стьюденту) снижение количества красных клеток крови – эритроцитов из группы К (+) на 39%, относительно незаражённых рыб группы К (-). У рыб опытных групп, получавших антибиотик, снижение этого показателя отмечено на 21, 26 и 25 %, соответственно, для групп № 1 (250 мг/кг), № 2 (500 мг/кг) и № 3 (1000 мг/кг). При терапии более низкой дозировкой препарата отмечено достоверное увеличение количества эритроцитов относительно рыб заражённых, но не пролеченных – группа К (+).

Выявлено снижение лейкоцитов у заражённых рыб группа К (+) на 52,6% относительно незаражённых рыб группы К (-), что, возможно, является следствием миграции лейкоцитов в ткани мышц в месте инъекции культурой бактерий. У опытных групп рыб № 1 (250 мг/кг) и № 3 (1000 мг/кг) количество этих клеток остаётся на уровне показателя у заражённых рыб группы К (+), у опытной группы № 2 (500 мг/кг) – увеличивается на 39%.

На показатели крови, характеризующие физиологическое состояние рыб, не выявлено влияние

антибиотика «Левифлоксацин» в дозировках 250, 500 и 1000 мг/кг рыбы, так как аналогичные изменения были зафиксированы и у заражённой рыбы (К+), но не пролеченной.

После антибиотикотерапии проведён курс кормления СУБ-ПРО для активизации иммунной системы организма рыб. В экспериментальных условиях была подтверждена эффективность применения пробиотического препарата СУБ-ПРО в дозировке 0,4 г/кг курсом 10 дней в корма после антибиотикотерапии левифлоксацином. При коррекции физиологического состояния карпов, у рыб получавших СУБ-ПРО, увеличивается количество эритроцитов по сравнению с группой рыб, не получавших пробиотик 962,6±54,82 и 745,0±41,79 тыс./мкл, соответственно.

В лейкоцитарной формуле у рыб, получавших СУБ-ПРО, выявлено увеличения базофилов и псевдоэозинофилов, соответственно, в 2 и 4 раза, относительно показателей у рыб, не получавших пробиотик. Пересчёт в абсолютные значения количества этих клеток (относительно общего количества лейкоцитов) подтвердил значительное их увеличение в периферической крови рыб, получавших пробиотик (рис. 3).

Таблица 2. Результаты гематологического анализа карпа после антибиотикотерапии

Table 2. The results of haematology test in carps following antibiotic therapy

Наименование показателя	Опытные группы			Контроль К (+)	Контроль К (-)
	250 мг/кг	500 мг/кг	1000 мг/кг		
Гемоглобин, г/л	86,8±6,72	88,2±3,92	81,8±2,99	82,6±2,25	80,2±7,36
Эритроциты, тыс./мкл	1040,0±70,2* <sup>н</sup>	978,0±49,94*	990,0±69,86*	812,0±67,71*	1324,0±56,18
Содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ), пг	84,6 ±7,5	91,73±8,2	84,77±7,7	104,2±7,42*	60,44±4,58
Эритропоз (всего молодых эритроцитов),%	19,56±2,18*	12,12±2,09	13,54±0,79	10,74±2,22	11,7±1,71
Лейкоциты, тыс./мкл	27,67±5,34*	33,41±5,59	28,15±2,65*	24,02±4,73*	50,68±6,81
Лейкоцитарная формула					
Бласты, %	0,4	0	0	0	0
Нейтрофилы, %	5,4±1,36	1,8±1,0	2,6±0,68	4,4±0,68	3,6±1,03
Псевдоэозинофилы, %	0,6±0,4	1,0±0,32	1,4±0,51	0,6±0,4	1,6±0,93
Базофилы, %	2,8±0,97	5,0±3,54	5,6±1,94	4,8±1,8	2,0±0,71
Пенистые клетки, %	0,4±0,24	1,2±0,37	0,2±0,2	0,2±0,2	0,4±0,24
Моноциты, %	4,6±1,63	5,4±0,93	4,8±0,86	4,2±0,73	5,6±1,08
Лимфоциты, %	85,8±1,66	85,6±5,46	85,6±2,80	85,8±1,88	86,8±1,88

Примечание: ± – указана стандартная ошибка среднего значения; \* – различия достоверны с группой К (-) Н – различия достоверно с группой К (+) относительно критерия, найденного по Стьюденту ( $t_d \geq t_{st}$  – полученный в исследовании критерий достоверности разности равен или превышает стандартное значение критерия, в этом случае разность достоверна с определённой надёжностью, т.е. соответствует по знаку генеральной разности. За минимальный порог достоверности в подавляющем большинстве исследований принимается первый порог, соответствующий вероятности безошибочных прогнозов  $i = 0,95$ ).

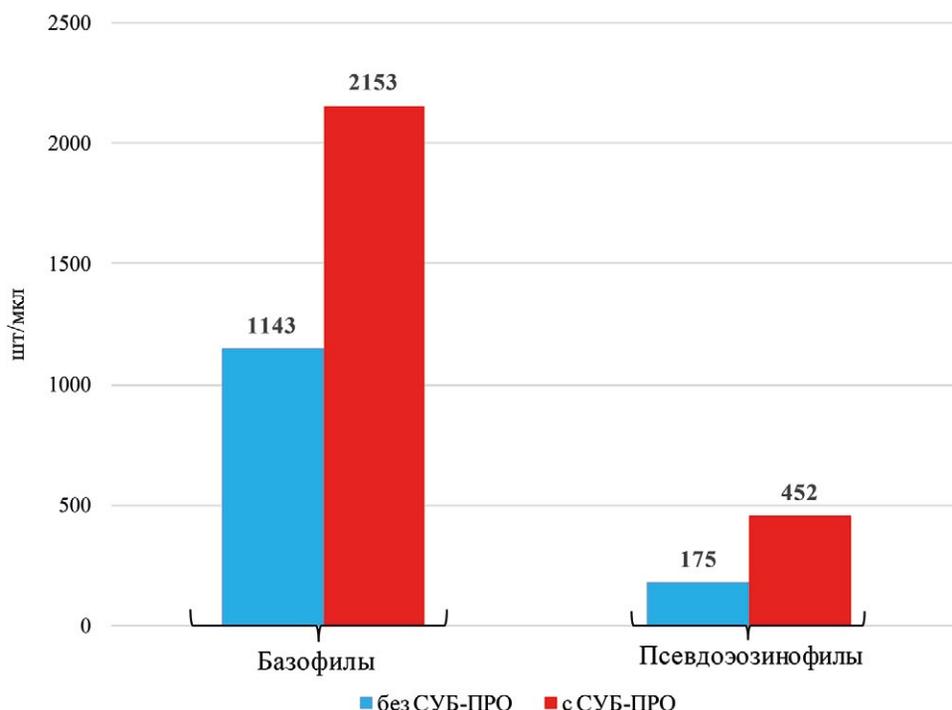


Рис. 3. Количество эффекторных клеток иммунной системы у карпа при коррекции физиологического состояния пробиотическим препаратом СУБ-ПРО

Fig. 3. Immune system effector cell count in carps when using SUB-PRO probiotic to improve the physiological state

### ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в российском реестре лекарственных препаратов, разрешенных к применению в товарной аквакультуре, из антибактериальных средств зарегистрирован только Антибак (активнодействующее вещество цiproфлоксацин), что ограничивает выбор рыбоводов при проведении терапевтических мероприятий.

В проведённой научно-исследовательской работе получены положительные результаты по применению нового для аквакультуры антибиотика «Левofлоксацин» при терапии бактериозов, что позволяет рекомендовать данный препарат как перспективный. Преимуществом испытуемого антибиотика является оказание воздействия на широкий спектр бактериальных агентов, которые чаще всего выявляются при диагностировании бактериальной геморрагической септицемии у рыб, а также не ухудшающей показатели крови.

При возникновении бактериальных заболеваний применение эффективных антибиотиков в безопасной для организма рыб дозировке является необходимой мерой терапии. В проведённой экспериментальной работе выявлена дозировка левofлоксацина, равная 1000 мг/кг массы рыбы в корм, которая являлась эффективной при терапии БГС. Меньшие дозировки 250 и 500 мг/кг массы рыб этого антибиотика были эффективны только для части бактериальных

агентов *p. Aeromonas* и *Pseudomonas alcaligenes*. В связи с недостаточной эффективностью эти дозировки не являются перспективными при терапии БГС, но могут быть применены при аэромонозе и псевдомонозе. Курс терапии антибиотиком составил 7 дней.

При оценке показателей крови выявленные изменения у карпа являлись следствием болезни (бактериально-геморрагической септицемии). Отрицательного влияния на показатели крови после применения левofлоксацина не выявлено, что определяет испытуемый антибиотик как препарат с наименьшим токсическим влиянием на организм рыб.

Для повышения сопротивляемости организма после болезни и антибиотикотерапии проведён курс кормления рыб пробиотическим препаратом «СУБ-ПРО». Данный препарат широко применяется в аквакультуре и относится к бактериальным препаратам из живых микробных культур, эффективность которых связана с вызываемыми ими благоприятными метаболическими изменениями в пищеварительном тракте, лучшим усвоением питательных веществ, а также антагонистическим действием на вредную для организма микрофлору.<sup>3</sup> В данной работе была рассмотрена роль используемого пробиотика для коррекции физиологического состояния рыб на показатели крови.

<sup>3</sup> <http://vet-probiotic.ru/o-sub-pro-biologicheskie-svoystva-pokazaniya-sposoby-primeneniya-2/>

Ранее исследования показателей крови у рыб при применении СУБ-ПРО практически не проводились.

В нашем эксперименте результаты гематологического анализа показали, что после курса кормления с пробиотическим препаратом СУБ-ПРО в дозировке 0,4 г/кг корма в течении 10 дней у рыб увеличивается в крови количество эритроцитов (на 29%). Эти клетки красной крови являются носителями гемоглобина, выполняют дыхательную функцию, регулируют кислотно-щелочное равновесие, адсорбируют токсины, принимают участие в ряде ферментативных процессов. Их повышение в крови способствует улучшению физиологического состояния организма.

В лейкоцитарной картине выявлено увеличение доли базофилов и псевдоэозинофилов. Эти клетки являются вспомогательными (эффекторными) в иммунной защите организма [Тарасова, 2010; Сидельникова, Начева, 2015]. Роль их заключается в продуцировании цитокинов – низкомолекулярных секретируемых белков, которые контролируют иммунный ответ, реакцию организма хозяина на экзогенную инфекцию, клиренс антигенов, репарацию тканей, восстановление гомеостаза [Atamas et al., 2013]. Цитокины в свою очередь активируют лимфоциты, осуществляющие механизм специфической защиты организма (выработку антител). На основании вышеперечисленных известных данных иммунного ответа организма можно предположить, что кормление рыб пробиотическим препаратом «СУБ-ПРО» способствует запуску специфического иммунного ответа, направленного на выработку «клеток памяти» (антител) против возбудителей перенесенного заболевания (на примере, БГС). Тогда как у рыб, переболевших, но не применявших курс СУБ-ПРО данный механизм активации иммунитета отсутствует.

Ранее проводили исследования по влиянию пробиотика «СУБ-ПРО» на показатели крови карпа [Романова и др., 2020]. Отмечено, что препарат улучшает общее физиологическое состояние рыб: возрастает уровень белка в сыворотке крови, повышается уровень гемоглобина и количество эритроцитов, активизирует лейкопоз. Препарат оказывает стимулирующее действие на лимфопоэз, что проявляется в увеличении в периферической крови лимфоцитов, ответственных за формирование специфического и неспецифического иммунитета.

В настоящей работе мы получили подтверждающие результаты по действию пробиотика СУБ-ПРО на иммуно-физиологический статус организма карпа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования по подбору средств и методов лечения бактериальной геморрагической

септицемии карпа показали высокую эффективность терапии антибактериальным препаратом «Левифлоксацин» в дозировке 1000 мг/кг рыбы курсом 7 дней. После антибиотикотерапии для улучшения физиологического состояния организма рыб и активации иммунного ответа рекомендовано проведение курса кормления с пробиотическим препаратом СУБ-ПРО в дозировке 0,4 г/кг корма курсом 10 дней.

Полученные результаты будут являться основополагающими для подготовки практических рекомендаций по мерам борьбы с БГС рыб в аквакультуре.

## Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность и благодарность коллегам, участвовавшим в подготовке осуществления эксперимента, к. б. н. П.П. Головину, М.С. Кукину, Т.А. Михайловой и консультационную помощь – д. б. н. проф. Головиной Н.А.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Работа выполнена в рамках Прикладных научно-исследовательских работ филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»): «Разработка общероссийской системы региональных центров по охране здоровья объектов аквакультуры с учётом специфики технологий их выращивания».

## ЛИТЕРАТУРА

- Аморос Хименес Г.К., Ларцева Л.В. 1993. Кишечная микрофлора промысловых рыб Волго-Каспийского региона // Тез. док. конф. молодых учёных ТИНРО. «Биологическое и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах». Владивосток. С. 3–4.
- Головина Н.А., Авдеева Е.В., Евдокимова Е.Б., Казимирченко О.В., Котлярчук М.Ю. 2016. Практикум по ихтиопатологии. М.: Моркнига. 417 с.
- Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищ. пром-ть. 184 с.
- Методические указания по проведению гематологического обследования рыб. 1999. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. М.: Отдел маркетинга АМБ-агро. 234 с.
- Романова Н.Н., Головин П.П., Юхименко Л.Н., Большакова Д.С., Большаков С.В. 2020. Оценка влияния пробиотика СУБ-ПРО на иммуно-физиологический статус рыб // Мат-лы науч.-практ. конф. «Современные проблемы ветеринарии, зоотехнии и биотехнологии», посв. 10-летию ассо-

- циации «Ветеринария, зоотехния и биотехнология». М.: ЗооВетКнига. С. 142–148.
- Сидельникова А.А., Начева Л.В. 2015. Цитологические особенности крови кроликов при экспериментальном описторхозе // Современные проблемы науки и образования. № 2–3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24028>. 11.08.2022.
- Тарасова И.В. 2010. Базофилы, тучные клетки и тромбоциты как иммунные и эффекторные клетки // Аллергология и иммунология в педиатрии. № 1 (20). С. 32–36.
- Шкурин З.К., Принцевская В.А. 2003. Результаты ихтиопатологических исследований производителей горбуши и кеты Сахалина в 2002 году // Труды СахНИРО. Т. 5. С. 259–265.
- Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И. 2007. Этиологическая структура возбудителей бактериальной геморрагической септицемии рыб // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. 2: Расш. мат. Межд. науч.-практ. конф. Борок, 17–20 июля 2007. С. 95–98.
- Юхименко Л.Н., Токарева С.Б., Кукин М.С., Бычкова Л.И. 2021. Лечебные и профилактические мероприятия против бактериозов в рыбоводстве // Ветеринария и кормление. № 6. С. 67–69 <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-6-18>
- Atamas S., Chapoval S.P., Keegan A.D. 2013. Cytokines in chronic respiratory diseases // Biol. Rep. V. 5. № 3. P. 1–12
- REFERENCES**
- Amaros Jimenez G.C., Lartseva L.V. 1993. Intestinal microflora of commercial fish of the Volga-Caspian region // Abstr. Conf. of young scientists TINRO. «Biological and rational use of hydrobionts and their role in ecosystems». Vladivostok. Pp. 3–4.
- Golovina N.A., Avdeeva E.V., Yevdokimova E.B., Kazimirchenko O.V., Kotlyarchuk M. Yu. 2016. Ichthyopathology manual. М.: Morkniga. 417 pp.
- Ivanova N.T. 1983. Atlas of fish blood cells. Moscow: Consumer goods and food industry. 184 pp.
- Guidelines for haematology tests in fish. 1999. Instructions on the treatment of fish diseases. Part 2. Moscow: Marketing department of AMB-agro. Pp. 69–97.
- Romanova N.N., Golovin P.P., Yukhimenko L.N., Bolshakova D.S., Bolshakov S.V. 2020. The effect of SUB-PRO probiotic on the immunophysiological status of fish // Proc. res.-pract. conf. «Modern Problems of Veterinary Medicine, Animal Science, and Biotechnology», devoted to the 10th anniversary «Veterinary, Animal Science, and Biotechnology» Association. Moscow: ZooVetKniga. Pp. 142–148.
- Sidelnikova A.A., Nacheva L.V. 2015. Cytological features of the blood of rabbits in experimental opisthorchiasis // Modern problems of science and education. No. 2–3. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24028> 11.08.2022.
- Tarasova I.V. 2010. Basophils, mast cells, and thrombocytes as the immune and effector cells // Allergology and Immunology in Pediatrics. No. 1 (20). Pp. 32–36.
- Shkurina Z.K., Printsevskaya V.A. 2003. Results of ichthyopathologic study of the Sakhalin pink and chum salmon spawners in 2002 // Trudy SakhNIRO. No. 5. Pp. 259–265.
- Yukhimenko L.N., Bychkova L.I. 2007. Aetiological structure of causative agents of bacterial haemorrhagic septicaemia of fish // Problems of immunology, pathology, and health protection of fish and other aquatic organisms. Proc. of the inter. res.-pract. conf. Borok, 17–20 July 2007. Pp. 95–98.
- Yukhimenko L.N., Tokareva S.B., Kukin M.S., Bychkova L.I. 2021. Medicinal and prophylactic measures against bacteriosis in fish farming // Veterinaria i Kormlenie. No. 6. Pp. 67–69 URL: <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-6-18>
- Atamas S., Chapoval S.P., Keegan A.D. 2013. Cytokines in chronic respiratory diseases // Biol. Rep. V. 5. № 3. P. 1–12

Поступила в редакцию 26.08.2022 г.  
Принята после рецензии 05.12.2022 г.



## Экономика, международное сотрудничество и нормативные правовые основы рыбохозяйственной деятельности / Economics, international cooperation and regulatory bases of fisheries management

### Последствия торговли квотами биоресурсов в развитых странах: уроки для России

К.В. Колончин, О.И. Бетин, Г.Д. Титова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187  
E-mail: gdtitova@yandex.ru

**Целью** настоящей статьи является анализ последствий некритического перенесения зарубежного опыта аукционной торговли квотами водных биологических ресурсов (ВБР) в практику управления промышленным рыболовством в России.

**В основе научного анализа** лежит метод аналогий, с помощью которого критерии зарубежного опыта, используемые при регулировании промышленного рыболовства, по своим признакам становятся сходными с критериями, применяемыми в России.

**Научную новизну** представляют предложения по формированию российской государственной политики в системе распределения индивидуальных квот на право вылова ВБР.

**Практическая значимость** проведённого анализа заключается в создании возможности избегания в России ошибок, допущенных при передаче в частную собственность квот ВБР за рубежом, приведших к росту теневых оборотов и противоправных сделок на рыбных промыслах, росту субсидий при снижении экономической эффективности промысла, росту конфликтов в среде рыбаков, росту недоверия рыбацкого сообщества к действиям правительства, концентрации доходов и политического влияния в руках меньшинства, рассеиванию рыбопромысловой ренты, разрушению уклада жизни прибрежных рыбацких общин, ускорению темпов деградации морских экосистем и росту затрат на содержание бюрократии.

В заключении сделаны **выводы** о том, каких ошибок следует избежать в России при введении практики регулирования рыболовства на основе индивидуальных рыбных квот, допущенных в этом процессе за рубежом.

**Ключевые слова:** морское промышленное рыболовство, аукционы квот водных биологических ресурсов, зарубежный опыт, урок для России.

### Consequences of bioresource quota trading in developed countries: lessons for Russia

Kirill V. Kolonchin, Oleg I. Betin, Galina D. Titova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, 19, Moscow, 105187, Russia

**The purpose** of this article is to analyze the consequences of uncritical transfer of foreign experience of auction trading in quotas of aquatic biological resources (ABR) into the practice of industrial fisheries management in Russia.

**The scientific analysis** is based on the method of analogies, with the help of which the criteria of foreign experience used in the regulation of industrial fishing become similar in their characteristics to the criteria used in Russia.

**Scientific novelty** is represented by proposals for the formation of the Russian state policy in the system of distribution of individual quotas for the right to catch ABR.

**The practical significance** of the analysis is to create the possibility of avoiding in Russia the mistakes made during the transfer to private ownership of quotas of the ABR abroad, which led to an increase in shadow turnover and illegal transactions in fisheries, an increase in subsidies with a decrease in the economic efficiency of fishing, an increase in conflicts among fishermen, an increase in distrust of the fishing community to the actions of the government, the concentration of income and political influence in the hands of a minority, the dispersion of fishing rents, the destruction of the way of life of coastal fishing communities, accelerating the rate of degradation of marine ecosystems and increasing the cost of maintaining bureaucracy.

In conclusion, **conclusions** are drawn about what mistakes should be avoided in Russia when introducing the practice of regulating fishing on the basis of individual fish quotas made in this process abroad.

**Keywords:** marine industrial fishing, auctions of quotas of aquatic biological resources, foreign experience, lesson for Russia.

## ВВЕДЕНИЕ

Новая природоохранная политика управления использованием биоресурсами в экономических зонах развитых стран, в основе которой лежала свободная торговля квотами водных биологических ресурсов (ВБР) на аукционах, с точки зрения применимости этого опыта в России вводила ограничительные лимиты на промысел наиболее ценных объектов промысла, которые устанавливались ежегодно на основе научно обоснованного ОДУ. Для мигрирующих биоресурсов лимит вылова определялся совместно заинтересованными странами, а затем распределялся по квотам между ними на основе международных соглашений. После этого общие квоты, выделенные той или иной стране, закреплялись за судовладельцами в виде индивидуальных квот. Правом устанавливать лимиты на оседлые ресурсы в границах 200-мильной зоны надлежала страна, под юрисдикцией которой находилась конкретная промзона. Сразу следует оговориться, что принятой системе количественных ограничений на отлов тех видов биоресурсов, на которые существует большой рыночный спрос, чем могут позволить их запасы, до сих пор нет альтернативы.

Иное дело, как эта политика реализуется на практике. На практике же с самого начала были допущены серьезные просчеты. В их основе лежала непоколебимая вера западных политиков в несокрушимую мощь рыночных сил и их негативное отношение к общенациональной или общественной собственности, которую по сути приобрели ресурсы в зонах национальной юрисдикции. Поэтому после обретения 200-мильными ИЭЗ национального статуса в развитых странах стал активно муссироваться вопрос о денационализации морского дна, т. е. континентального шельфа, и установлении прав частной собственности на минеральные, водные ресурсы и даже на водные биоресурсы [Lowe, 1984].

В целях быстрого внедрения в практику рыболовства рыночных механизмов было решено наделять статусом частной собственности индивидуальные квоты на право промысла. Подобный шаг, по мнению инициаторов этой политики, создаст эффект единственного владельца не только для орудий лова и промысловых судов, но и для водных биоресурсов, что вкпе с ограничениями добычи наконец-то положит конец разрушительным гонкам за рыбой.

Схема передачи в частную собственность водных биоресурсов была простой: распределить установленный лимит добычи биоресурсов в виде квот между рыбаками по историческому праву (т. е. на уровне среднегодового вылова того или иного объекта за несколько предшествующих распределению

лет), разрешить свободную торговлю квотами, купля-продажа квот позволит быстро выявить истинную рыночную стоимость биоресурсов, которая и станет впоследствии основой для сбора государством рентных платежей [Iudicello и др., 1999]. При этом были и межстрановые различия: одни страны наделили правами частной собственности индивидуальные квоты на отдельные виды биоресурсов, которые распределялись между рыбаками. В Новой Зеландии при первоначальном распределении квот большое значение придавалось наделению ими коренного населения, как зависящему от рыболовства, так и традиционно проживающему на побережьях. Те жители, которые не располагали средствами для промысла (суда, лодки и т. п.), могли получить квоты на вылов того или иного объекта промысла и в последующем продать или сдать их в аренду. В США и других странах (Исландия, Норвегия, Шотландия) право пользования ресурсами обрело форму квот, привязанных к типу судов.

Но поскольку «рыба в море» все-таки имеет существенное отличие от промысловых судов или «рыбы в трюме», право собственности на рыбные квоты стало называться правом квази-собственности (*quasiproperty right*), хотя суть приватизации общих ресурсов от этого не меняется. Общественность же закрепила, что институциональные преобразования прав собственности в виде приватизации общих ресурсов необходимы потому, что частная собственность на «рыбу в море» по своей природе абсолютно рыночна и, благодаря «невидимой руке» рынка, сделает поведение квотодержателя оптимальным с точки зрения получения частной прибыли, дохода общества (ренты) и защиты морских экосистем от дальнейшего истощения [McCay, 1994].

Но уже в самом начале процесса «товаризации» («*commoditization*» - превращение в товар) рыбы в море, начавшегося в 1984–1986 гг., многие профессионалы высказывали большие сомнения относительно общественной пользы торговли квотами и придания им статуса ценных бумаг [Dilley, 1992; Gudeman, 1986; Hanna, 1990; McCay, 1994; Palsson, 1991]. Почвой для этих сомнений была специфика рыболовства, существенно снижающая оправданность рыночных ожиданий, а суть сомнений в основном сводилась к следующим вопросам:

– Как соблюсти баланс частных и общественных интересов при передаче общенациональных ресурсов в частные руки?

– Каковы социальные последствия закупки квот впрок и концентрации их в руках меньшинства, неизбежного роста монопольных проявлений и получения

не только экономической, но и политической власти меньшинством?

– Насколько допустима «утечка» квот из отрасли и передача права держателей квот банкам, нефтяным и прочим состоятельным в финансовом отношении корпорациям (по схемам финансового поглощения, распространенным в других секторах экономики)?

– Почему в дискуссиях о передаче квот в частные руки проблема эффективности концентрируется на уровне логики судовладельца: самая большая выгода при меньших затратах?

– Какие выгоды от передачи квот в собственность судовладельцам получают члены экипажей промысловых судов и как защитить их от произвола владельцев квот?

– Как быть с эффективностью рыбохозяйственного комплекса в целом?

– Что ждет прибрежные рыбацкие общины и местную экономику, жизнедеятельность которых полностью или в значительной мере зависит от рыболовства, при концентрации квот в руках крупных судовладельцев?

– Как в условиях огромного влияния на результаты промысловой деятельности природных циклов («урожайные» и «неурожайные» годы), экологических и иных внешних факторов снизить уровень риска и обеспечить гарантии для получения в рыбохозяйственном комплексе стабильных доходов?

– Как создать равные экономические условия при промысле разнокачественных ресурсов и исключить погоню за рыбопромысловой рентой?

– Каковы гарантии сохранения рыбных запасов от дальнейшего истощения при осуществлении политики, стержнем которой является «товаризация» рыбных квот?

– Что нужно сделать для обеспечения приемлемого баланса стремлений к получению сиюминутных выгод и сохранения выгод в необозримом будущем?

– Каковы возможности компенсации изъянов политики передачи квот в частные руки, если она войдет в противоречие с интересами большинства рыбаков?

– Не окажется ли быстрота распространения законов рынка на морские биоресурсы препятствием на пути поиска других (нерыночных) направлений в политике регулирования рыболовства, которые по сумме нерыночных преимуществ (социальные, природоохранные выгоды, соображения этики и справедливости и т. д.) могут оказаться более приемлемыми для перехода к устойчивому рыболовству?

Однако на этапе формирования новых правовых основ рыболовства аргументы в пользу рынка квот звучали так часто и так категорично, что, по мнению

А. Чарльза (Канада), «они стали весьма полезными для демонстрации высокого профессионализма и способности мыслить стратегическими категориями» [Charles, 2001: 302]. Поэтому все сомнения оппонентов относительно способности «невидимой руки» рынка положительно разрешить возникающие проблемы были сметены глубокомыслием ортодоксальных экономистов и «профессионалов». И напрасно, ибо, как оказалось, большинство из перечисленных выше вопросов не имеет рыночного ответа, негативные последствия приватизации квот проявились очень быстро. К числу их можно отнести рост теневых оборотов и противоправных сделок, рост субсидий при снижении экономической эффективности промысла, рост конфликтов в среде рыбаков, рост недоверия рыбацкого сообщества к действиям правительства, концентрацию доходов и политического влияния в руках меньшинства, рассеивание рыбопромысловой ренты, разрушение уклада жизни прибрежных рыбацких общин, ускорение темпов деградации морских экосистем и рост затрат на содержание бюрократии.

### **Рост теневых оборотов и снижение эффективности рыболовства**

Публикации зарубежных аналитиков свидетельствуют о том, что передача в частные руки права на продажу квот привела к тому, что со временем вокруг системы рыночного распределения квот стали вращаться огромные финансовые потоки [Pálsson и др., 1995]. Появились многочисленные «квота-брокеры» и «рыбаки в тапочках», имеющие весьма смутное представление о специфике рыболовства, однако благодаря спекуляции квотами получившие возможность «откусить» самый лакомый кусок от общего пирога. Вместе с ростом численности «рыбаков в тапочках», стали расти и случаи использования фиктивных лицензий, «судов-призраков» и торговли «рыбными документами», не обеспеченных сырьевыми запасами. Как считал Хью Аллен, член правления Северо-Западной ассоциации рыбаков Шотландии, в состав которой входило 125 промысловых судов, «рыбаки в тапочках», паразитируя на труде истинных рыбаков и истощающихся рыбных запасах, получают таким способом солидную финансовую подпитку и возможность оказывать огромное влияние на политику в рыболовстве.

«С введением платных лицензий и квот, — констатирует Аллен, — рыболовство постепенно и безжалостно направляется регулирующим Левиафаном (огромное вымершее морское животное). В данном случае это государство, разрешившее торговлю квотами биоресурсов и способствующее переходу рыбо-

ловства в теневую экономику», а сама политика все более становится похожей на фантазмагорию [Allen, 2003: 96].

Такие нелицеприятные заключения о процессе товаризации биоресурсов обусловлены тем, что, во-первых, на рынках квот приходится иметь дело с виртуальными капитальными активами, т. к. никто не может владеть живыми ресурсами моря в истинном смысле понятий «владение» или «собственность».

Во-вторых, иррациональность ситуации во многом вызвана недостаточностью знаний о законах функционирования морских экосистем и, как следствие, низкой достоверностью научных прогнозов, на основе которых определяются ОДУ и индивидуальные квоты, выставаемые на продажу [Charles, 2001]. Учеными признается, что уровень погрешности сырьевых прогнозов вкупе с постоянным стремлением политиков завязать ОДУ по сравнению с научными рекомендациями в ряде случаев ведет к превышению их на 50–100 и более процентов [Денисов, 2002].

И, наконец, зыбкость политики, построенной на придании индивидуальным рыбным квотам статуса ценных бумаг, обусловлена тем, что она принималась на фоне четко выраженной тенденции истощения запасов биоресурсов в прибрежных зонах Мирового океана. Эта тенденция неизбежно ведет к утрате биоресурсами рыночной ценности как капитальных активов, что, в свою очередь, снижает возможность окупаемости инвестиций в рыболовство.

Однако, несмотря на высокий риск и низкую оправдываемость управленческих решений в рыболовстве, как только началась торговля квотами биоресурсов, появились опасные иллюзии относительно повышения устойчивости рыбохозяйственной деятельности. В основе этих иллюзий лежит священная вера западных обывателей в банковские сертификаты и проценты, форму которых обрела «рыба в море». Эта вера оказалась сильнее законов природы, из которых следует, что в условиях роста неустойчивости морских экосистем владелец рыбных квот не может быть уверен в получении постоянных дивидендов от приобретенного им права собственности так, как уверен в этом праве землевладелец, купивший в собственность участок земли. Ведь за квотами биоресурсов стоит лишь узаконенное право ожидания выловить установленный объем того или иного объекта промысла, хотя возможность этого ожидания стоит реальных и немалых денег.

Тем не менее, раз квоты обрели статус частного владения, на этой основе рыбаки стали выстраивать планы выживания на длительную перспективу, и истощающиеся биоресурсы стали играть особую роль

в экономике. Их как разменную монету можно было пустить в дело мгновенно, тогда как отдачу от инвестиций на приобретение судов или промснаряжения ждать приходилось несколько лет.

И поскольку мотивацию поступков держателей квот в первую очередь определяла рыночная конкуренция (а не природоохранные цели), биоресурсы начали использоваться для получения кредитов под залог.

В результате происходило обновление технических систем (рукотворных капитальных активов) и рост промысловых нагрузок (необходимы дополнительные уловы для оправдания инвестиций) на фоне дальнейшей деградации биоресурсов, т. е. обесценивания природного капитала.

Таким способом из морских экосистем, у которых в политических кругах не оказалось достойных адвокатов, стало выжиматься все, что необходимо для получения сиюминутных прибылей.

Однако какими бы ошибочными ни были научные прогнозы, они, в конце концов, отражают факт предельного истощения ресурсов, в результате квоты на вылов стали уменьшаться, а вслед за этим рушиться и выстроенные на весьма зыбкой основе планы. К примеру, в Исландии в 1987 г. квота на вылов трески для владельцев малых судов («карликов») составляла 254 т. В 1991 году тресковая квота для этого типа судов снизилась до 200 т, а в 1994 году — до 106 т. Естественно, промысел из рентабельного превратился в убыточный, а судовладельцы, получившие кредиты банков для модернизации судов или приобретения дополнительных квот, оказались банкротами. Как свидетельствуют Палласон и А. Хелгасон (Исландский университет), сегодня озабоченные рыбаки оказались в одной компании с озабоченными банкирами, когда-то надеявшимися обогатиться за счет залоговых сделок [Pálsson и др., 1995].

### **Концентрация биоресурсов и политической власти в руках меньшинства**

Индивидуальные рыбные квоты рассматриваются рыбаками как своего рода «семейное серебро», которое первым идет на продажу при наступлении трудных времен. В условиях необходимости оплачивать кредиты при одновременном росте эксплуатационных затрат из-за истощения рыбных запасов, а вместе с этим и уменьшения размеров квот такие времена для многих наступили очень быстро.

Подобной ситуацией не преминули воспользоваться состоятельные судовладельцы, нефтяные компании и банки, в долговые ловушки которых стали попадать неплатежеспособные рыбаки. Но основным

способом устранения лишних (или, по терминологии инициаторов торговли квотами, «неэффективных») рыбаков было спекулятивное завышение цен на квоты при первичном приобретении. Это происходило даже в тех случаях, когда индивидуальные квоты были привязаны к промысловым судам, т. е. могли быть проданы только вместе с ними, притом, что стоимость судовых квот достаточно высока. Так, в Шотландии рыбак, желающий приобрести право на промысел, должен две трети общей суммы инвестиций потратить на оплату лицензии (судовую квоту) и только треть – на стоимость самого судна [Allen, 2003]. Однако для спекулянтов такие пропорции – не преграда. Существуют документально подтвержденные случаи продажи судов по цене, превышающей в два или даже в три раза их реальную стоимость. Таким способом крупные судовладельцы в Исландии, которая одной из первых ввела систему регулирования рыболовства на основе судовых квот (1984 г.), удвоили доли прав в рыболовстве уже в первые четыре года рыночных торгов биоресурсами [Palsson и др., 1995]. Даже несмотря на появившиеся вскоре ограничения на прямую продажу квот, быстро находились косвенные способы для дальнейшей концентрации биоресурсов в руках немногих.

Сегодня владельцы гигантских квот приобрели достаточную монополистическую мощь в навязывании политик и режимов рыболовства не только в национальных границах, но и в глобальных масштабах. Они стали перекупщиками и квот на биоресурсы, и выловленной рыбы во многих развивающихся странах и странах с переходной экономикой. Это означало, что цены на мировом рыбном рынке формируются не столько спросом и предложением, сколько сговором монополистов. Затраты же на скупку квот по завышенным ценам гасятся за счет кармана потребителя сырья и субсидий.

### **Рассеивание рыбопромысловой ренты, рост конфликтов и социальной напряженности**

Одним из веских доводов для введения политики торговли квотами было выявление рыночными методами истинной рентной стоимости биоресурсов в целях изъятия промысловой ренты в доход государства. Но, как оказалось, рыночные схемы установления рыбопромысловой ренты не срабатывали. Причина заключалась в том, что, как правило, затраты на добычу рыбы, отраженные в официальной отчетности, фиктивны, поскольку и рынок квот, и рынок добытой рыбы – это во многом бартерные сделки, при которых «руки заменяют деньги». Изъяны в методах установления ОДУ, пробелы учета и официальной отчетности,

позволяющие скрывать как истинные объемы вылова, так и доходы, не дают качественной информации, необходимой для регулирования рыболовства через систему рыночных механизмов и конкуренцию. Поэтому рентный доход мгновенно оказался в теневой сфере [Iudicello и др., 1999; Monk и др., 1994].

Такова уж специфика рыболовства – большой улов и прибыль одного рыбака всегда означают меньший улов и доход для другого. При отсутствии иных правил рента накапливается у тех, кто обгонит других и первым выловит рыбу. Шансов обогнать, разумеется, всегда больше у владельцев крупных современных судов и тех, кто имеет доступ к кредитам банков и другим финансовым источникам. Так что в их руках оказались не только квоты, но и рыбопромысловая рента, дающая возможность продолжать скупку квот по спекулятивным ценам.

Право обладания гигантскими квотами позволило «стричь» ренту не только за счет возможности формирования монопольных цен на рыбных рынках, но и благодаря сдаче долей квот в аренду «рыбакам по рождению» и недоплате экипажам судов за их труд.

Правительство США, передавшее практически безвозмездно в руки немногих то, что должно принадлежать обществу, – считает профессор Калифорнского университета М. Гэффни, – в одночасье превратило некоторых из ранее скромных рыбаков в миллионеров и сделало из них пиявок-вымогателей. При этом дарованная немногим привилегия быть владельцами прав в рыболовстве оказалась настолько дорогостоящей, что на Аляске существуют документально подтвержденные случаи, когда обладатели прав присваивали до 70% от общей стоимости улова, оставляя только треть ее для оплаты труда экипажей судов, выполняющих всю работу по отлову рыбы и подвергающихся риску, неизбежному в рыболовстве [Гэффни и др., 2000].

У рыбаков, утративших свои квоты, практически нет шансов вновь вернуться на промысел иным способом, как согласившись на самые униженные условия, в частности, на аренду квот. В Исландии, к примеру, аренда квот, разрешенная в целях удовлетворения краткосрочных потребностей держателей крупных квот, превратилась в жесточайшую форму эксплуатации владельцев малых судов. Арендная плата значительно варьируется по сезонам промысла, а также соответственно спросу и предложению. К концу промыслового года, когда ощущается недостаток прав на вылов трески, арендные цены подскакивают до 70–80% от рыночной стоимости улова. Вследствие этого у арендаторов появляются огромные трудности с компенсацией издержек на промысел.

Но «аппетит приходит во время еды», и на смену краткосрочной аренды пришла долгосрочная, которая в среде рыбаков получила название «лов для других». Держатели крупных квот стали получать ренту, перестав самостоятельно заниматься рыболовством и передав это арендаторам. В задачу последних была вменена обязанность поставки сырья перерабатывающим заводам, владельцами которых, как правило, были сами арендодатели. При «лове для других» рыбаки получали за свой труд оплату примерно на уровне 50–60% от рыночной стоимости улова. То есть аренда привела к росту уровня эксплуатации и природных ресурсов и наемного труда [Palsson и др., 1995].

Российские крупные рыбопромышленники с интересом наблюдают за способом концентрации квот биоресурсов в Исландии и отсутствием контроля в системе передачи их со стороны государства (контроль осуществляют только налоговые органы). Более того, звучат призывы к тому, чтобы перенять опыт этой страны, поскольку концентрация квот в руках тех, кто обладает крупными промысловыми судами высокой производительности ведет к росту рентабельности промысла [Диалог... 2005<sup>1</sup>; Кузнецова<sup>1</sup>, 2006]. Все это так. Но концентрация квот может оказаться очередной «пирровой победой», за этим неизбежно последуют переэксплуатация биоресурсов в ИЭЗ и рост социальных проблем.

Нельзя забывать, что рынки квот не существуют в социальном вакууме. И поскольку приватизация общих ресурсов провоцирует классовое расслоение там, где раньше все обладали равными возможностями, в рыболовстве и связанной с ним береговой инфраструктуре резко обострились социальные проблемы. Протест против нарушения принципов справедливости и ухода больших денежных потоков при пользовании общенациональными ресурсами из-под контроля рыбаков и общественности выразился в многолетних острых дебатах в парламентах развитых стран [Iudicello и др., 1999] и росте забастовочного движения. К примеру, на нескольких забастовках в Исландии, продолжавшихся неделями, недовольство рыбаков и общественности концентрацией прав на промысел в руках людей, ранее не имевших отношения к рыболовству, и снижением социальной отдачи от торговли квотами выражалось в терминах феодальных метафор: «квота-короли», «лорды моря», «лов для других», «крепостные рыбаки» и т. п. Главным лозунгом забастовок стал призыв: «нет наживе и спекуляции в море» [Palsson и др., 1995].

И хотя ортодоксальные экономисты в структурах власти пока не хотят слышать голоса протеста и, про-

должая уповать на «невидимую руку» рынка, игнорируют социальные и этические проблемы, большинство рыбаков имеют иную точку зрения. Поэтому прогнозы зарубежных аналитиков, публикации которых использовались автором, сходятся в одном: система торговли квотами, воспринимаемая большинством рыбаков и общественностью как высшее выражение аморальности и безнравственности, в конечном счете должна рухнуть.

### Крах прибрежного маломасштабного рыболовства

Бывший рыбак, консультант ООН и международных банков развития в Африке, Восточной Европе, Южной Америке, Азии и странах Тихоокеанского региона, а ныне ученый, Дэвид Томсон (Шотландия) сравнивает захват рыбопромысловых угодий посредством скупки квот с процессом захвата в Шотландии общинных пастбищ крупными землевладельцами и порабощения ими мелких фермеров (XVIII век). «Обоснования к подобной экспансии (т. е. к приватизации общих биоресурсов), – пишет на этот счет Томсон, – обычно выражаются в рыночных терминах «свободная внешняя торговля» или «экономическая эффективность». Однако на самом деле в происходящем мало что напоминает как свободу, так и эффективность... Единственно, что можно назвать эффективным, так это открывшаяся возможность быстрой концентрации доходов в меньшем числе рук». И далее он задает вопрос, который в то же время является и ответом: так можно ли ждать справедливости от владельцев крупных капиталов из развитых стран, если их правительства, «призывая сограждан к справедливости и соблюдению гражданских прав, закрывают глаза на ужасающее положение собственных рыбаков»?! [Thomson, 2003: 107].

Д. Томсон констатирует, что скупка квот в его стране привела к тому, что «множество деревень, жители которых занимались прибрежным промыслом, сегодня смогли сохранить только пустующие помещения, где еще недавно проводились рыбные аукционы. Мастерские по ремонту судов, холодильники и магазины разорились. Лишь музеи напоминают о былом морском величии. Заколотенные досками дома свидетельствуют о том, что здесь когда-то жили преуспевающие предприниматели... В этом не было никакой исторической потребности. Против местного населения объединились человеческая жадность и бюрократическая порочность, которые использовали и законодательство, и рыночное давление, чтобы истощить морские ресурсы, разрушить способ жизнедеятельности и уничтожить скромное, но социально важное малое рыболовство» [Thomson, 2003: 120].

<sup>1</sup> Диалог рыбного бизнеса и государства должен быть постоянным. 2005 // Рыбные ресурсы. № 3. С. 9–10.

Аналогичное случилось и в других развитых странах. Оставив социальный распад и истощенные ресурсы у себя дома, получив поддержку в виде субсидий, новоявленные «квота-короли» развернули мощный флот к чужим берегам и стали скупать права на «рыбу в море» во всем мире. И поскольку в слаборазвитых странах промысел плохо контролируется по количеству судов, мощности и орудиям лова, то их прибрежным морям грозит быстрое опустошение. По предварительным оценкам ФАО, сегодня скупка «рыбы в море» у стран третьего мира угрожает безработицей для 12 млн рыбаков и 12–18 млн лиц, занятых торговлей и переработкой рыбы. Всего же со временем могут лишиться традиционных и устойчивых доходов порядка 100 млн человек. Борясь против мощных траловых судов, местные рыбаки стали даже устанавливать на морском дне железобетонные надолбы, которые могут причинить вред тралам. Однако борьбу с «квота-королями» выиграть трудно.

Вместе с тем аргументы об эффективности передачи квот в частную собственность базировались в основном на достаточно примитивном подходе к оценке экономической эффективности. Он отражает позиции владельцев крупных судов, т. е. эгоизм отдельных личностей, и грешит большими методологическими погрешностями. Тогда как с точки зрения устойчивого рыболовства эффект использования общих ресурсов должен определяться более широко и включать всевозможные комбинации доходов частных судовладельцев и рентных платежей (т. е. дохода общества), показатели занятости, социального благополучия рыбацкого сообщества, критерии экологической безопасности и т. д.

Важно помнить, что при пользовании ресурсами общей собственности, какими являются водные биоресурсы, экономическая эффективность и социальная справедливость не являются альтернативами: это две взаимодополняющие части оптимального решения. Анализ политических ошибок и провалов рынка при управлении некоторыми сферами природопользования и рыболовством, в частности, позволяет сделать вывод, что они случаются потому, что приверженцы неоллиберализма настаивают на необходимости выбора между справедливостью и эффективностью в пользу последней. Однако, утверждает английский исследователь проблем природопользования Ф. Харрисон, неоллибералы пользуются второ- и третьесортными знаниями, которые не подходят для эпохи экологического кризиса и к тому же сопряжены с большими затратами для общества. На самом деле эффективность и справедливость являются взаимодополняющими элементами государственного регулирования правил

пользования ограниченными ресурсами и выстраивания на тех же принципах адекватной налоговой политики [Харрисон, 1996].

Аналогичных взглядов придерживаются и другие экономисты, занятые исследованием проблем устойчивого развития. В частности, П. Дасгупта (США) утверждает, что любые изменения государственной политики можно признать экономически эффективными только в случае, если они окажутся справедливыми для социальных и экологических систем [Dasgupta, 1999]. Но, к сожалению, слишком часто лица, принимающие решения, заверяя общество в своей приверженности идеям устойчивого развития, забывают о необходимости проецирования последствий своих решений на социальные и экологические системы.

По оценкам ФАО, спрос на рыбу и рыбопродукты к 2030 г. удвоится по сравнению с нынешним уровнем. Поэтому если сохранятся неоллиберальные оценки экономической эффективности и прибрежное рыболовство не получит соответствующую поддержку, многие из ныне выживших рыбацких объединений в борьбе с «квота-королями» исчезнут в ближайшую четверть века. С учетом сложившейся ситуации ФАО приступила к разработке проекта международного соглашения об ограничении мощностей добывающего флота [Дворняков, 2000].

### Усиление тенденций истощения биоресурсов

Торговля квотами означала переход от многовидового промысла к одновидовому. Это стимулировало гонку за сверхприбылями при добыче одного объекта промысла и привело к «высокой сортировке» уловов и росту выбросов за борт первоклассной пищевой рыбы, которая не являлась целевым объектом промысла или имела относительно низкую рыночную ценность. В результате масштабы выбросов в некоторых странах ЕС сравнялись с объемами вылова рыбы, поставляемой на берег, а проблема перелова, как уже отмечалось выше, значительно обострилась по сравнению с исторически господствовавшим режимом открытого доступа к биоресурсам Мирового океана. Имеет смысл напомнить, что в системах регулирования рыболовства, где доступ ограничивался только по числу и типу орудий лова, промысловым усилиям и времени нахождения на промысле, максимизация прибыли достигалась за счет вылова и реализации всего улова, а случаи выбросов, если и имелись, были связаны с отходами при разделке рыбы [Титова, 1991; Титова, 2006]. Поэтому рыбаки все чаще высказывают недоумение, почему в многовидовом рыболовстве управленцы из стран ЕС продолжают придерживаться схем регулирования рыболовства, выстроенных на

лимитировании промысла отдельных видов, хотя эти схемы в условиях торговли «рыбой в море» перестали соответствовать требованиям экосистемного и предосторожного подходов, признанных ключевыми в концепции устойчивого рыболовства.

По оценкам ФАО, суммарные выбросы сегодня достигли огромных величин и составляют около 20 млн т, что превышает пятую часть мирового улова. Они называются одной из главных причин усиления тенденции истощения запасов. Как отмечают исследователи, перелов запасов ВБР серьезно нарушил природное биоразнообразие и композицию морских экосистем, в которых происходит быстрая замена биоресурсов, имеющих высокий рыночный спрос, на менее ценные виды, находящиеся на более низких трофических уровнях. Увеличивается доля сорных и даже чужеродных видов, что рассматривается как индикатор потенциального снижения устойчивости экосистем.

### **Рост затрат на содержание бюрократии**

Торговля квотами привела к резкому увеличению затрат на содержание «семерых с ложкой» (контролирующих служб, чиновной бюрократии, брокеров, посредников и т. д.), связанных с организацией рыбных аукционов и обслуживанием систем управления квотами.

Произошел также рост расходов на борьбу с браконьерством, масштабы которого расширились вследствие необходимости погашения затрат на приобретение квот.

Как отмечают исследователи, в западных странах рост числа чиновников происходит на фоне снижения численности рыбаков. Так, если в 1970 г. число рыбаков в Великобритании составляло 21 тыс. и их деятельность контролировал один министр, то к 2000 г. число рыбаков уменьшилось примерно на 5 тыс., при том что министров стало шесть, т. е. по одному министру на каждые 2,5 тыс. рыбаков [Allen, 2003]. Одновременно выросли затраты на содержание объединенной бюрократии стран ЕС в Брюсселе, которой за последние 30 лет были переданы многие из функций по регулированию рыболовства в Северном море и в Атлантике. Но, как констатируют рыбаки, рост затрат на содержание бюрократов не дал должного социального и экологического эффекта.

Уже упоминавшийся Д. Томсон относит к «одному из чудес нашего времени то, что вместе с ростом евробюрократии истощаются рыбные ресурсы, возрастают проблемы для рыбаков и рыбной отрасли в целом, происходит маргинализация прибрежных поселений» [Thomson, 2003: 117].

### **Поиск новой философии регулирования рыболовства**

Поскольку существует множество фактов, доказывающих, что преобладающая в мире система регулирования рыболовства уже привела к далеко идущим отрицательным последствиям, все чаще звучат призывы пересмотра ее и поиска такой философии управления использованием биоресурсами, которая бы отвечала требованиям устойчивого рыболовства. Эта философия во многом связывается с системами саморегулирования рыболовства, которые могут быть созданы как на уровне объединений прибрежного рыболовства (в пределах 50-ти миль), так и объединений крупных судов, ведущих промысел за пределами 50-ти миль, и даже в границах промыслового бассейна.

В работах многих американских и канадских ученых последних лет появились убедительные обоснования необходимости более широкого использования институтов саморегулирования в рыболовстве и передачи функций управления на места. Ведется поиск не только способов их правового оформления, но и путей развития и поддержания системы саморегулирования рыболовства в долгосрочной перспективе [Charles, 2001; Ostrom, 1992; Ostrom, 1995].

Исследователи видят основные задачи саморегулирования в том, чтобы сделать институциональные нормы более разнообразными и отзывчивыми на обратные связи естественных и социальных систем. Это позволит сделать управление более гибким для реагирования на участившиеся «возмущения» морских экосистем. Такое управление, по мнению исследователей, более всего свойственно специфике рыболовства. Оно поможет преодолеть проблемы, обусловленные высоким риском от излишней централизации системы принятия управленческих решений. В этом случае заинтересованные рыбаки смогут оптимально разрешить конфликты, наладить контроль промысловых усилий и сдачи уловов на берегу, воспрепятствовать перегрузке уловов на другие суда в море и контрабанде, а также значительно снизить затраты, связанные с внедрением сложных систем контроля (типа спутниковых) или с практикой постоянного размещения наблюдателей на каждом судне.

Эти взгляды сходятся с мнением большинства рыбаков, которое выразил, обращаясь к правительству Великобритании, Хью Аллен: «Дайте нам, объединениям рыбаков, хотя бы половину той суммы, которая сегодня идет на содержание бюрократии, и вы увидите, что мы сможем управлять рыболовством и контролировать запасы рыбы эффективнее. Мы не просим начинать преобразования с чистого листа, хотя нам и не

нравится действующая система квот. Но поскольку все в ней глубоко увязли, передайте эту систему в руки самих рыбаков, и мы можем справиться с делом охраны запасов лучше» [Allen, 2003: 100].

Обсуждая ошибки «товаризации» квот, нельзя не отметить, что появились симптомы движения вспять от рынков квот. К примеру, в штате Аляска, где скупка квот монополистами лишала рыбацкие общины будущего, правительство стало возвращать их прибрежным объединениям. Квоты обретают статус постоянных без права продажи [Thomson, 2003]. В Шотландии (Шотландия) рыбные квоты стали скупаться за счет резервного фонда нефтяных компаний и передаваться рыбакам в аренду по самым низким ставкам (примерно 9% от годового уровня дохода). Это позволяет рыбакам, особенно молодым, возвращаться на промысел [Allen, 2003].

Однако на пути движения вспять от рынков квот уже воздвигнуты огромные препятствия. Их возвели лица, которые строят благополучие на приватизации рыбопромысловой ренты. И все же в рамках формирования концепции устойчивого рыболовства, ведется активный поиск новой философии регулирования использованием биоресурсами в зонах национальной юрисдикции, которая более всего соответствовала бы задаче сбережения их для будущих поколений.

## ВЫВОДЫ

При введении практики регулирования российского рыболовства на основе индивидуальных рыбных квот ВБР необходимо избежать ошибок, допущенных в этом процессе за рубежом, поэтому важно:

1) соблюсти баланс частных и общественных интересов при передаче общенациональных ресурсов в частные руки;

2) выявить потенциальные социальные последствия закупки квот впрок и концентрации их в руках меньшинства, а также избежать «утечки» квот из отрасли и передачи права держателей квот банкам, нефтяным и прочим состоятельным в финансовом отношении нерыбным корпорациям;

3) донести до членов экипажей промысловых судов, какую выгоду получают они от новой формы распределения квот; а также

4) создать для рыбаков равные экономические условия при промысле разнокачественных по ценности ВБР и исключить погоню за рыбопромысловой рентой, ведущую к истощению наиболее ценных промысловых видов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Дворняков В.А.* 2000. Рыболовство России. Накануне перемен. М.: Международные отношения. 176 с.
- Денисов В.В.* 2002. Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 502 с.
- Кузнецова С.* 2006. Дети Галактики в водах Атлантики // Рыбные ресурсы. № 1. С. 27–30.
- Мейсон Г., Титова Г.Д., Харрисон Ф.* 2000. За кулисами становления экономических теорий: от теории – к коррупции. СПб: Б & К. 304 с.
- Титова Г.Д.* 2006. Биоэкономические проблемы рыболовства в зонах национальной юрисдикции. СПб: ВВМ. 368 с.
- Титова Г.Д.* 1991. Платежи за пользование рыбопромысловыми угодьями: сущность и методы исчисления // Рыбное хозяйство. № 4. С. 7–13.
- Харрисон Ф.* 1996. Закон свободы. Частная собственность и государственные финансы в цивилизованном обществе. СПб: Научно-исследовательский центр «Эко-град». 51 с.
- Allen H.* 2003. Community Control of the Fisheries // Proceedings of the Edinburgh IU for LVT Conference. Glasgow: Bell & Bain Ltd, 251 p.
- Charles A.* 2001. Sustainable Fishery Systems // Fish and Aquatic Resources Series. Vol 5. Halifax; Ames (Iowa); London; Edinburgh; Paris; Berlin; Tokyo: Blackwell Science Ltd., 370 p. <https://doi.org/10.1002/9780470698785>
- Dasgupta P.* 1999. Valuation and Evaluation: Measuring the Quality of Life and Evaluating Policy // Working Papers of University of Cambridge and Beijer International Institute of Ecological Economics, Beijer Discussion Paper 127. Stockholm. 69 p.
- Lowe A.V.* 1984. Markets under the sea: by D.R. Denman Hobart Paperback 17, Institute of Economic Affairs, Marine Policy, Volume 8, Issue 3. Pp. 286–287. [https://doi.org/10.1016/0308-597X\(84\)90013-7](https://doi.org/10.1016/0308-597X(84)90013-7)
- Dilley R.* 1992. Contesting Markets: Analyses of Ideology, Discourse and Practice. Edinburgh: University Press. 302 p.
- Gudeman S.* 1986. Economics as Culture: Models and Metaphors of Livelihood. London, UK: Routledge & Kegan Paul. 189 p.
- Hanna S.* 1990. The Eighteenth-century English commons: a model for ocean management // Ocean & Shoreline Management. No 14. Pp.155–172. [https://doi.org/10.1016/0951-8312\(90\)90032-D](https://doi.org/10.1016/0951-8312(90)90032-D)
- Iudicello S., Weber M., Wieland R.* 1999. Fish, Markets, and Fishermen // The Economics of Overfishing. Island Press. 192 p.
- McCay B.* 1994. ITQ Case Study: Atlantic Surf Clam and Ocean Quahog Fishery. // Limited Access Management: A Guidebook to Conservation / ed. by Karyn L. Gimbel. Washington, D.C.: Center for Marine Conservation and World Wildlife Fund US. Pp. 75–97.
- Monk G., Hewison G.A.* 1994. Brief Criticism of the New Zealand Quota Management System // Limiting Access to Marine Fisheries: Keeping the Focus on Conservation

- / ed. K.L. Gimbel. Washington DC: Center for Marine Conservation and WWF. Pp. 107–119.
- Ostrom E.* 1992. The rudiments of a theory of the origins, survival, and performance of common-property institutions // *Making the Commons Work: Theory, Practice and Policy*. San Francisco: Institute for Contemporary Studies Press. Pp. 293–318.
- Ostrom E.* 1995. Designing complexity to govern complexity // *Property Rights and the Environment: Social and Ecological Issues*. Beijer International Institute of Ecological Economics and the World Bank. Pp. 33–35.
- Palsson G.* 1991. Coastal Economies, Cultural Accounts: Human Ecology and Icelandic Discourse. Manchester: Manchester University Press. Pp. 152–156. <https://doi.org/10.1017/S0032247400023688>
- Palsson G., Helgason A.* 1995. Figuring fish and measuring men: the individual transferable quota system in the Icelandic cod fishery // *Ocean & Coastal Management* 28 (1–3): 117–146 [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(95\)00041-0](https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00041-0)
- Thomson D.* 2003. The Sea Clearances – a Global Overview // *Proceedings of Edinburgh Conference 8–14 July 2001*. Glasgow, Great Britain: Bell & Bain Ltd. Pp. 106–123.
- REFERENCES**
- Dvornoyakov V.A.* 2000. Fisheries in Russia. On the eve of change. M.: International relations. 176 p.
- Denisov V.V.* 2002. Ecological and geographical bases of sustainable environmental management in the shelf seas (ecological geography of the sea). Apatity: Publishing House of the KSC RAS. 502 p.
- Kuznetsova S.* 2006. Children of the Galaxy in the waters of the Atlantic // *Fish resources*. No. 1. P. 27–30.
- Mason G., Titova G.D., Harrison F.* 2000. Behind the scenes of the development of economic theories: from theory to corruption. St. Petersburg: B & K. 304 p.
- Titova G.D.* 2006. Bioeconomic Issues of Fisheries in Areas of National Jurisdiction. St. Petersburg: VVM. 368 p.
- Titova G.D.* 1991. Payments for the use of fishing grounds: the essence and methods of calculation // *Fisheries*. No. 4. P. 7–13.
- Harrison F.* 1996. The Law of Freedom. Private property and public finance in a civilized society. St. Petersburg: Research Center «Eco-city». 51 p.
- Allen H.* 2003. Community Control of the Fisheries // *Proceedings of the Edinburgh IU for LVT Conference*. Glasgow: Bell & Bain Ltd, 251 p.
- Charles A.* 2001. Sustainable Fishery Systems // *Fish and Aquatic Resources Series*. Vol 5. Halifax; Ames (Iowa); London; Edinburgh; Paris; Berlin; Tokyo: Blackwell Science Ltd., 370 p. <https://doi.org/10.1002/9780470698785>
- Dasgupta P.* 1999. Valuation and Evaluation: Measuring the Quality of Life and Evaluating Policy // *Working Papers of University of Cambridge and Beijer International Institute of Ecological Economics, Beijer Discussion Paper 127*. Stockholm. 69 p.
- Lowe A.V.* 1984. Markets under the sea: by D.R. Denman Hobart Paperback 17, Institute of Economic Affairs, Marine Policy, Volume 8, Issue 3. Pp. 286–287. [https://doi.org/10.1016/0308-597X\(84\)90013-7](https://doi.org/10.1016/0308-597X(84)90013-7)
- Dilley R.* 1992. Contesting Markets: Analyses of Ideology, Discourse and Practice. Edinburgh: University Press. 302 pp.
- Gudeman S.* 1986. Economics as Culture: Models and Metaphors of Livelihood. London, UK: Routledge & Kegan Paul. 189 p.
- Hanna S.* 1990. The Eighteenth-century English commons: a model for ocean management // *Ocean & Shoreline Management*. No 14. Pp.155–172. [https://doi.org/10.1016/0951-8312\(90\)90032-D](https://doi.org/10.1016/0951-8312(90)90032-D)
- Iudicello S., Weber M. and Wieland R.* 1999. Fish, Markets, and Fishermen // *The Economics of Overfishing*. Island Press. 192 p.
- McCay B.* 1994. ITQ Case Study: Atlantic Surf Clam and Ocean Quahog Fishery. // *Limited Access Management: A Guidebook to Conservation* ed. by Karyn L. Gimbel. Washington, D.C.: Center for Marine Conservation and World Wildlife Fund US. Pp. 75–97.
- Monk G. and Hewison G.A.* 1994. Brief Criticism of the New Zealand Quota Management System // *Limiting Access to Marine Fisheries: Keeping the Focus on Conservation* (ed. K.L. Gimbel). Washington DC: Center for Marine Conservation and WWF. Pp. 107–119.
- Ostrom E.* 1992. The rudiments of a theory of the origins, survival, and performance of common-property institutions // *Making the Commons Work: Theory, Practice and Policy*. San Francisco: Institute for Contemporary Studies Press. Pp. 293–318.
- Ostrom E.* 1995. Designing complexity to govern complexity // *Property Rights and the Environment: Social and Ecological Issues*. Beijer International Institute of Ecological Economics and the World Bank. Pp. 33–35.
- Palsson G.* 1991. Coastal Economies, Cultural Accounts: Human Ecology and Icelandic Discourse. Manchester: Manchester University Press. Pp. 152–156. <https://doi.org/10.1017/S0032247400023688>
- Palsson G. & Helgason A.* 1995. Figuring fish and measuring men: the individual transferable quota system in the Icelandic cod fishery. *Ocean & Coastal Management* 28 (1–3): 117–146 [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(95\)00041-0](https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00041-0)
- Thomson D.* 2003. The Sea Clearances – a Global Overview // *Proceedings of Edinburgh Conference 8–14 July 2001*. Glasgow, Great Britain: Bell & Bain Ltd. Pp. 106–123.

Поступила в редакцию 02.11.2022 г.  
Принята после рецензии 18.11.2022 г.



## Экономика, международное сотрудничество и нормативные правовые основы рыбохозяйственной деятельности / Economics, international cooperation and regulatory bases of fisheries management

### Функционирование и развитие рыбохозяйственного комплекса Крыма с позиций экосистемного подхода

Н.А. Логунова, Н.Н. Яркина, Л.В. Алексахина

Керченский государственный морской технологический университет (ФГБОУ «КГМТУ»), ул. Орджоникидзе, 82, г. Керчь, 298309  
E-mail: natalya\_logunova@mail.ru

**Цель работы:** на основе изучения концепций государственного и предпринимательского управления рыбохозяйственной деятельностью разработать рекомендации по функционированию и развитию рыбохозяйственного комплекса Крыма с позиций экосистемного подхода.

**Используемые методы:** диалектический и системный подходы, обобщение, логические методы исследования, в том числе анализ и синтез, позволили сформулировать содержательные характеристики политики государственного управления рыбным хозяйством и внутренней политики управления рыбохозяйственным предприятием, а также акцентировать внимание на организации экологически ответственной рыбохозяйственной деятельности.

**Элемент новизны:** развитие научно-прикладных аспектов организации процесса осуществления рыбохозяйственной деятельности на основе внедрения средств стратегического управления предприятиями отрасли и минимизации негативного воздействия на водные (морские) экосистемы.

**Результаты исследования:** концептуализация проблемы стратегического управления рыбохозяйственной деятельностью для выработки качественно новых методов и решений по развитию рыбохозяйственного комплекса Крыма.

**Практическая значимость** состоит в разработке рекомендаций по эффективному использованию региональных детерминант Крыма и созданию устойчивой управляемой сырьевой базы рыбохозяйственного комплекса региона.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, стратегическое управление, экосистемный подход, продовольственная безопасность, региональные детерминанты, аквакультура, рыболовство.

### Functioning and development of the fisheries complex of the Crimea from the standpoint of the ecosystem approach

Natalya A. Logunova, Natalya N. Yarkina, Lyudmila V. Aleksakhina

Kerch State Maritime Technological University («KSMTU»), 82, Ordzhonikidze str., Kerch, 298309, Russia

**The purpose** of the work is to develop recommendations on the functioning and development of the fisheries complex of the Crimea from the standpoint of the ecosystem approach based on the study of the concepts of state and business management of fisheries activities.

**The methods used:** dialectical and systematic approaches, generalization, logical research methods, including analysis and synthesis, allowed us to formulate meaningful characteristics of the policy of state fisheries management and the internal policy of fisheries management, as well as to focus on the organization of environmentally responsible fisheries management.

An element of **novelty** is the development of scientific and applied aspects of the organization of the process of implementing fisheries management activities based on the introduction of strategic management tools for industry enterprises and minimizing the negative impact on aquatic (marine) ecosystems.

**Research results:** conceptualization of the problem of strategic management of fisheries activities for the development of qualitatively new methods and solutions for the development of the fisheries complex of the Crimea.

**The practical significance** lies in the development of recommendations for the effective use of regional determinants of the Crimea and the creation of a sustainable managed raw material base of the fisheries complex of the region.

**Keywords:** fisheries complex, strategic management, ecosystem approach, food security, regional determinants, aquaculture, fisheries.

#### ВВЕДЕНИЕ

Современный рыбохозяйственный бизнес Крыма имеет историческую и географическую предопределённость, а также соответствующие социальные и экономические предпосылки для его успешного

развития. А значимость рыбного хозяйства как субъекта обеспечения продовольственной безопасности переоценить невозможно.

При этом несмотря на то, что в Российской Федерации вид экономической деятельности «рыбо-

ловство и рыбоводство» является прибыльным, рентабельность которого на протяжении последних шести лет сохраняется на уровне 50%, рыбопромысловый потенциал Крыма, включая возможности выхода в Мировой океан, используется незначительно. Источники проблем рыбной отрасли Крыма общеизвестны: систематическое недофинансирование по всем аспектам рыбохозяйственной деятельности на фоне отсутствия эффективной государственной политики в области рыбного хозяйства и действенных механизмов и инструментов государственной поддержки отрасли в период нахождения региона в составе Украины привели к сворачиванию промышленной деятельности не только в Мировом океане, но и, частично, как в Азово-Черноморском бассейне из-за отсутствия или нехватки оборотных средств, так и к беспрецедентной количественной потере и качественному старению промысловых судов, причиной которых были не только проблемы с отсутствием инвестиционных ресурсов для реновации базы промыслового флота полуострова и поддержания её на соответствующем мировым тенденциям технико-технологическом уровне, но и бесконтрольность, коррупционность, равнодушные, некомпетентность в вопросах рыбного хозяйства на государственном и локальном уровнях управления в 90-е гг. прошлого столетия и позже. Вышеизложенное актуализирует необходимость в выработке действенного механизма управления развитием рыбохозяйственным комплексом региона, в частности, Республики Крым и г. Севастополь, с акцентированием внимания на внедрении средств стратегического управления предприятиями отрасли и организации экологически ответственной рыбохозяйственной деятельности.

Цель исследования – на основе изучения концепций государственного и предпринимательского управления рыбохозяйственной деятельностью разработать рекомендации по функционированию и развитию рыбохозяйственного комплекса Крыма с позиций экосистемного подхода.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Результаты исследования базируются на многочисленных работах профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» в области функционирования и развития рыбохозяйственного комплекса [Алексахина, 2017; Yarkina, Logunova, 2019; Ушаков, 2020; Скоробогатова, Логунова, 2021], а также на трудах ведущих учёных, занимающихся решением актуальных проблем в сфере рыболовства и рыбоводства [Ефремов, 2007, 2013;

Туркулова и др., 2012; Мнацакян и др., 2019; Кострикова и др., 2019; Соколов, 2019; Дусаева и др., 2021].

На основе изучения мировой рыбохозяйственной практики, исследования концепций государственного и предпринимательского управления рыбохозяйственной деятельностью, с применением методов диалектического и системного подходов, обобщения, логических методов, в том числе анализа и синтеза, предложены рекомендации по стратегическому развитию рыбохозяйственного комплекса Крыма с учётом соблюдения баланса социо-эколого-экономических интересов на региональном и федеральном уровнях.

В качестве перспективных направлений развития рыбохозяйственного комплекса, наряду с развитием пресноводной и морской аквакультуры, рассмотрена рыбохозяйственная деятельность туристско-рекреационного назначения и диверсификация деятельности рыбоводных хозяйств в период межсезонья.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ориентируясь на мировую рыбохозяйственную практику, отметим, что эффективному развитию мирового рыбохозяйственного комплекса в настоящее время способствует, в первую очередь, рациональная стратегия на всех иерархических уровнях управления, что предполагает выработку стратегически выверенных концепций управления рыбохозяйственной деятельностью на государственном (отраслевом) и предпринимательском (локальном) уровнях, которые должны подкрепляться соответствующей политикой (внутренней и внешней) развития рыбохозяйственного бизнеса по отношению к хозяйствующему субъекту. Стратегический подход нацелен на разработку средств стратегического управления предприятиями отрасли, направленных на создание и поддержку потенциала их устойчивого функционирования и развития, обеспечение жизнеспособности и конкурентоспособности.

Концепция государственного (в широком смысле) управления рыбным хозяйством Крыма, как архетип его возрождения и развития, отражает миссию, стратегические и тактические цели и приоритетные направления отраслевого развития, определяет соответствующие принципы, рычаги, методы и инструменты стратегического управления и реализуется посредством внутренней и внешней государственной политики в области рыбного хозяйства.

Предпринимательская концепция, т. е. концепция управления на уровне отдельного субъекта рыбохозяйственной деятельности, по своей структуре анало-

гична концепции государственного управления рыбной отраслью. Принципиальные различия в концепциях управления предприятием аквакультуры и рыболовным предприятием отражаются только в формулировках их миссий. Если миссия рыболовного предприятия состоит в удовлетворении соответствующей общественной потребности за счёт искусственно выращенной рыбопродукции, то рыбодобывающие предприятия осуществляют вылов дикой промысловой рыбы, самовоспроизводящейся в естественных водоёмах (в основном в пределах Мирового океана) и обладающей более высокими потребительскими (вкусовыми и питательными) качествами.

Вместе с тем, на рыболовные предприятия возлагается и миссия искусственного воспроизводства и пополнения рыбных запасов, что не является задачей рыбодобывающих предприятий.

Обязательное условие не нарушать воспроизводственные способности соответствующих водных экосистем, на первый взгляд, противоречит предпринимательскому интересу, реализуемому за счёт увеличения объёмов добычи промысловых объектов. Однако стратегический подход к управлению рыбодобывающим предприятием обеспечивает жизнеспособность и эффективность рыболовного бизнеса и в перспективе, государство же берет на себя «сдерживающую текущие промысловые аппетиты» роль через систему установления общего допустимого улова, лимитирования и квотирования.

Политика государственного управления рыбным хозяйством и его субъектами реализуется через механизмы государственного регулирования и поддержки отрасли организационно-правового и организационно-экономического (в том числе, финансового), характера, исследованными и описанными для рыболовства и рыболовства в бассейновой привязке.

В рамках внутренней политики управления рыбохозяйственным предприятием следует выделить финансово-экономическую, а также техническую, социальную и экологическую политики, имеющие, как самостоятельное, так и подчинённое по отношению в финансово-экономической политике предприятия, значение.

Финансово-экономическая политика управления рыбохозяйственным предприятием нацеливает на финансовую устойчивость и экономический рост. Она отражает экономическую культуру собственников и высшего руководства предприятия, их целеустремлённость, ценностные ориентиры и приоритеты, а также определяет экономическую стратегию хозяйствующего субъекта, её цели и задачи.

Реализация экономических целей, формирование и поддержка производственного потенциала определяется количественными и качественными характеристиками технико-технологической базы производства, от которых зависит и производственная мощность предприятия, и себестоимость, и качество продукции.

Техническая политика рыбохозяйственных предприятий закладывает основу их конкурентоспособности, а её значимость не подлежит сомнению. Один лишь факт, что рыболовное судно, которое может рассматриваться как полноценная самостоятельная экономическая система, в рамках видовой классификации основных производственных фондов относится к группе «рабочие машины и оборудование», являясь орудием производства, свидетельствует о технической доминанте в рыболовстве. Современное рыболовное предприятие индустриального типа представляет собой высокотехнологичный механизированный и (или) автоматизированный производственный комплекс по разведению и выращиванию рыбы. Передовые технологии рыболовства обеспечивают получение товарной продукции в течение круглого года.

Техническая политика управления рыбохозяйственной деятельностью отражает направления технического развития предприятия и определяет стратегию технического развития производства, нацеленную на обеспечение конкурентоспособности предприятия и поддержание соответствующего потенциала, уточняет её задачи. В рамках рыбодобывающего предприятия она направлена на модернизацию и обновление базы флота морского и океанического рыболовства с целью выпуска конкурентоспособной на мировом рынке рыбопродукции как по ценовым параметрам за счёт ресурсов (топливо) сбережения, так и по качественным характеристикам в результате создания условий для внедрения на отечественных промысловых судах международной системы обеспечения качества НАССР, основным требованием которой является соблюдение международных санитарно-гигиенических норм производства пищевой продукции. Последнее в условиях физически и морально изношенной базы отечественного рыболовного флота выполнить практически невозможно, что и предопределяет необходимость реализации мер по её модернизации и обновлению. Основным направлением технической политики рыболовного предприятия является интенсификация производства за счёт внедрения современных биотехнологий аквакультуры, а также механизации и автоматизации производственных процессов.

Высокие технико-технологические характеристики производства предъявляют высокие квали-

фикационные требования к персоналу рыбохозяйственных предприятий, который характеризуется уникальной специализацией в области рыболовства (судоводители, судомеханики, рефмеханики, специалисты по промысловому и т. д.) и рыбоводства (рыбоводы, гидробиологи, ихтиопатологи, гидротехники и т. п.), предполагающей специальную подготовку и особый опыт. Уникальные кадры рыбохозяйственных предприятий, соответствующие их технологическому уровню, требуют определённого к себе отношения (обеспечивающего достойный уровень жизни, компенсирующего профессиональные риски, уважительного, бережного, благодарного и т. д., т. е. мотивирующего), принципы которого должны быть сформулированы в эффективной социальной политике. С сожалением приходится констатировать, что в основном о каком-либо социально ориентированном управлении субъектами рыбохозяйственной деятельности речь не идёт. Тем не менее, определяя концептуальные подходы к управлению рыбохозяйственной деятельностью, его социальный аспект необходимо, на наш взгляд, выделить в самостоятельную позицию.

Социальная политика управления рыбохозяйственной деятельностью отражает отношение владельцев бизнеса к наёмным работникам и высшего руководства предприятий к своим сотрудникам. Она определяет стратегический курс социально ориентированного управления персоналом, предполагающего сглаживание противоречий между целями и интересами наёмных работников и собственников предприятий, формирование общекорпоративных ценностей и благоприятного социально-психологического климата в коллективе, создание условий, обеспечивающих приверженность сотрудников своему предприятию и т. п. и нацелена на улучшение качества и уровня жизни сотрудников предприятия и их семей.

Уточняя содержание экологической политики управления рыбохозяйственной деятельностью, следует отметить, что она отражает приверженность высшего руководства предприятия к экосистемному подходу к рыболовству, основанному на принципах ведения ответственного рыболовства, и направлена на постоянное улучшение всех аспектов деятельности предприятия. Экологическая политика определяет экологическую стратегию, ключевыми целями которой являются минимизация и предупреждение негативного воздействия на водные (морские) экосистемы, обеспечение и поддержание воспроизводственных процессов в естественных водоёмах, рациональное использование водных биоресурсов, обеспечение охраны здоровья и безопасности персонала и населения,

достижение высокого уровня экологической безопасности процессов производства и потребления рыбопродукции, минимизация экологических рисков. Реализация обусловленных целей способствует достижению главной цели как экологической политики, так и общей финансово-экономической политики рыбохозяйственной деятельности – обеспечению жизнеспособности и конкурентоспособности предприятия в долгосрочной перспективе. Организация экологически ответственной рыбохозяйственной деятельности предполагает необходимость развития всех элементов рыбохозяйственного комплекса, включая добычу и обработку гидробионтов, их товарное выращивание, а также совокупность работ по искусственному воспроизводству водных биоресурсов, так как только такой многоаспектный подход способен обеспечить баланс между долговременным использованием водных объектов в регионе без нарушения их биологического разнообразия.

Сущностное содержание каждой из обозначенных политик предполагает выделение конкретного объекта управления или их совокупности, установление целей, определение критериев, уточнение факторов управления, разработку или совершенствование инструментально-методических средств и указание ресурсов достижения поставленных целей.

Как известно, рыболовство и аквакультура существенно зависят от использования возобновляемых природных ресурсов – водных биоресурсов. Так, в Чёрном и Азовском морях для развития рыболовства особое значение имеют порядка полутора десятка различных видов рыб и моллюсков. При этом ведущая роль принадлежит пелагическим видам рыб, являющимся в промысловых ихтиоценозах данных морей наиболее многочисленными, в частности, ставрида, хамса, шпрот, тюлька и др. Несмотря на незначительные запасы таких видов рыб, как придонные и анадромные (кефалевые, камбаловые, осетровые, хрящевые, сельдевые и др. виды), а также промысловые моллюски (мидии, рапана), их потребительская ценность, в частности, калкана, кефали, барабули, катрана, проходной сельди, намного превосходит ценность небольших пелагических рыб.

Отметим, что на сегодняшний день наиболее ценные виды ресурсов в водных экологических системах зачастую замещаются малоценными их видами, или теми видами, которые не имеют рыболовного значения, что вполне закономерно отражается на значимости ведения рыболовного промысла в Азово-Черноморском бассейне с позиции экономической целесообразности. Однако, находясь в состоянии естественной свободы или мигрируя в водные объё-

екты рыбохозяйственного значения, рыбные запасы подвергаются воздействию рыбного промысла, а также другой экономической деятельности, вызывающей загрязнение и деградацию окружающей среды (например, изменениям в количестве и качестве воды или акклиматизации экзотических видов рыб).

Непрерывный вещественно-энергетический обмен, в который вовлекаются ВБР в процессе рыбохозяйственного использования, имеющий определённые отличия от обычного биологического круговорота вещества и энергии, в природе реализуется как экономически организованный и социально целеустремлённый процесс. Вследствие чего, в настоящее время, в связи с глобальным характером воздействия общества на природу, актуализируется как значимость экологической направленности в рыбохозяйственном комплексе региона, так и учёт воздействия обратной связи при организации процесса осуществления рыбохозяйственной деятельности [Ефремов, 2007, 2013].

Концентрация предприятий рыбного хозяйства, их специализация, функционально-компонентная структура в конкретной локации, фактические и перспективные масштабы деятельности обусловлены сочетанием доступных для рыбохозяйственного использования природных ресурсов, характеристиками природно-ресурсной базы, размером запасов, пределами их лимита. Это предопределяет необходимость тщательного описания региональных земельных, водных, климатических и биологических ресурсов и моделирования с учётом целого ряда ограничений (прежде всего, внутренних водоёмов, акваторий Чёрного и Азовского морей, береговой линии полуострова и т. д. и возможностей их альтернативного использования совокупностью факторов в иных стратегиче-

ских зонах хозяйствования) сценариев развития сырьевой базы рыбного хозяйства – рыболовной и аквакультурной компонентов отрасли с вариациями сочетаний пресноводной и морской составляющих. При этом последняя приобрела в современных условиях особую актуальность, что доказывается её значительной интенсификацией, возрастающей наукоёмкостью, ростом финансирования биотехнологий как основы для выращивания и воспроизводства гидробионтов, высокими темпами роста продукции аквакультуры, её разнообразием, ростом удовлетворённости требованиям потребителей, достигнутыми в последние десятилетия.

В связи с совокупностью эколого-экономических проблем развития прибрежного рыболовства, альтернативный способ самообеспечения продовольствием водного происхождения в Крымском регионе мы видим в развитии сектора аквакультуры, тем более что природные условия Крыма весьма благоприятны для интенсивного культивирования морских и пресноводных гидробионтов.

Анализ динамики производства продукции товарной аквакультуры показал, что при весьма незначительном объёме (5,72% от общего объёма производства ЮФО) средние темпы роста производства продукции аквакультуры в Крыму почти на 60% превышают средние темпы роста производства в РФ в целом и в ЮФО, в частности (рис. 1).

В Крыму же, несмотря на то, что природные условия весьма благоприятны для интенсивного культивирования морских и пресноводных гидробионтов, рыбохозяйственный потенциал в секторе аквакультуры практически не используется. За годы многолетних исследований в научных учреждениях Крыма накоплен

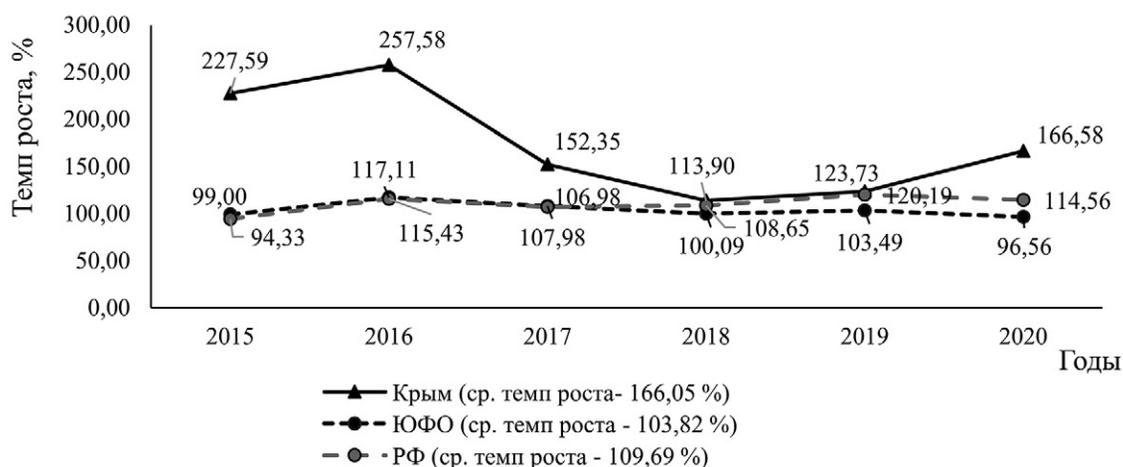


Рис. 1. Динамика производства продукции товарной аквакультуры за 2015–2020 гг., %

успешный опыт проведения работ в области аквакультуры. Разработаны и апробированы в производственных условиях биотехнологии воспроизводства и выращивания ряда ценных видов рыб (кефалевых, камбаловых, осетровых, лососевых) и моллюсков (мидий и устриц, в том числе гигантской). Однако, эффективные биотехнологии выращивания рыб, беспозвоночных и водорослей, разработанные ранее в научных институтах, включая Институт биологии южных морей («ИнБЮМ») и Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ранее – «ЮгНИРО») в основном не находят хозяйственного внедрения [Туркулова и др., 2012].

Ресурсы аквакультуры включают широкое разнообразие животных и растений (и их генетических ресурсов), таких как рыбы, ракообразные, моллюски, водоросли и другие водные растения. Среди культивируемых видов могут быть использованы как местные виды Крымского региона, так и интродуцированные виды, что оказывает значительное социальное, экологическое, генетическое и экономическое воздействие на экосистемы.

Если для развития пресноводной аквакультуры принципиальное значение имеет наличие и характеристики внутренних водоёмов, то для аквакультуры определяющими являются параметры прибрежной зоны, определяемые природой через факторы естественного характера (атмосфера, метосфера, гидросфера), и масштабы вовлечения в другие виды хозяйствования.

Крымское побережье характеризуется слабой изрезанностью береговой линии, малочисленностью бухт, заливов, пригодных для размещения садковых хозяйств по выращиванию объектов аквакультуры. Вместе с тем, в Крыму в ряде прибрежных акваторий целесообразно размещение ферм и постановки садковых комплексов для выращивания морских видов рыб.

В береговой зоне приморского региона традиционно сконцентрировано объективно обусловленное полифункциональное множество объектов промышленной и социально-бытовой инфраструктуры, взаимозависящих и взаимосвязанных, но непременно конфликтующих по поводу использования разных элементов природно-ресурсной базы с перспективным усилением конкуренции между различными хозяйствующими субъектами-выгодоприобретателями от эксплуатации пространственного ресурса. В этой связи с целью недопущения ухудшения характеристик экологической системы региона, её истощения и деградации до кризисного и катастрофического состояния, именно ответственное природопользование в данной сфере требует реализации функций коорди-

нации и контроля в рамках системы управления для своевременного принятия мер по возобновлению, очищению и бережной эксплуатации регионального жизненного пространства с разновекторным многоотраслевым использованием, особенно на фоне растущей дефицитности данного пространственного ресурса в средне- и долгосрочной перспективе.

Это предопределяет необходимость поиска компромиссных решений между развитием экономики и защитой окружающей среды от неблагоприятного антропогенного воздействия с неременным закреплением механизма ответственного использования данных территорий и акваторий на законодательном уровне, а также применения современного инструментария моделирования хозяйственного использования ресурсов с минимизацией потерь и воздействия на окружающую среду с учётом синхронизации усилий всех заинтересованных сторон [Ефремов, 2013].

В качестве одного из приоритетных направлений развития рыбохозяйственного комплекса Крыма для рационализации и экономически выгодного использования дефицитных природных ресурсов (земельных и водных) следует рассматривать комплексную специализацию сельскохозяйственного производства. В частности, в Крыму возможно организовать совместное культивирование риса и гидробионтов (на Крымском полуострове для выращивания риса используются 13051 га земель). Промысел и культивирование водных организмов на плантациях риса имеют давнюю историю и традиции, особенно в Азии, где наличие риса и рыбы ассоциировалось с процветанием и продовольственной безопасностью [ФАО, 2018]. Таким образом, благодаря применению в рыбохозяйственной практике подобного опыта организации комплексных систем возделывания, возможно повышение эффективности использования удобрений и кормов и сведение к минимуму выброса питательных веществ в природную среду Крымского региона.

Учитывая региональные детерминанты Крыма, наряду с развитием пресноводной и морской аквакультуры, в качестве перспективного направления развития целесообразно рассматривать рыбохозяйственную деятельность туристско-рекреационного назначения. Так, организация нетрадиционных видов рыболовного, рыбоводного и дегустационного туризма способствовала бы, с одной стороны, сглаживанию проявления сезонности крымского туризма, освоению менее рекреационно загруженных территорий, а, с другой стороны, позволила бы отчасти решить проблемы занятости населения в целом и в межсезонье. В районах предгорного и горного Крыма при условии размещения там рыбоводных хозяйств (на-

пример, форелевых) в порядке диверсификации деятельности целесообразна организация вылова рыбы с целью её кулинарного приготовления и последующей дегустации, в том числе, в виде соревнований по кулинарному искусству приготовления рыбных блюд.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе обобщения мировой рыбохозяйственной практики, исследования текущего состояния рыбохозяйственной деятельности Крыма и анализа отраслевых проблем доказана необходимость в повышении уровня рациональности рыбохозяйственного ресурсопользования в регионе. Среди современных задач развития рыбного хозяйства Крыма следует рассматривать создание устойчивой управляемой сырьевой базы как значимого элемента продовольственной безопасности региона, вследствие чего дальнейшие исследования целесообразно проводить в направлении изучения мирового опыта по её созданию, а также углубления в проблему выявления региональных аспектов развития рыбного хозяйства. Однако, учитывая ухудшение состояния экосистем Азово-Черноморского бассейна, полагаем целесообразным в русле современных мировых тенденций развития рыбного хозяйства сосредоточить усилия на выращивании водных биоресурсов, тем более, что Крымский регион имеет значительный потенциал для развития всех направлений морской и пресноводной аквакультуры. Количественные и качественные характеристики совокупности пространственных, абиотических и биотических ресурсов Крыма в их сочетании обеспечивают потенциальные возможности для развития рыбного хозяйства, в частности, сектора рыболовства и сектора аквакультуры, а также рыбохозяйственной деятельности туристско-рекреационного назначения.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Работа не имела дополнительного финансирования.

## ЛИТЕРАТУРА

Алексахина Л.В. 2017. Современные организационные формы регионального рыбохозяйственного морепользования // Рыбохозяйственный комплекс Крыма: проблемы и решения. Мат. II Регион. науч.-практ. конф. (Керчь, 20 апреля 2017 г.). Керчь: КГМТУ. С. 4–9.

Дусаева Е.М., Труба А.С., Курманова А.Х. 2021. Обеспечение устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса России в условиях цифровизации // Вопросы рыболовства. Т. 22. № 3. С. 125–140.

Ефремов А.В. 2007. Концепция комплексного управления прибрежными зонами Автономной Республики Крым // Экономика и управление. № 4–5. С. 151–159.

Ефремов А.В. 2013. Природные ресурсы Крыма как ключевой фактор развития рыбохозяйственного комплекса региона // Экономика Крыма. № 4. С. 20–23.

Кострикова Н.А., Майтаков Ф.Г., Яфасов А.Я. 2019. Современные тренды цифровизации экономики и перспективы их использования в морской индустрии на примере рыбохозяйственного комплекса России // Морские интеллектуальные технологии. № 4–4 (46). С. 126–139.

Мнацаканян А.Г., Кузин В.И., Харин А.Г. 2019. Перспективы и проблемы цифровизации российского рыбного хозяйства // Морские интеллектуальные технологии. № 4–4 (46). С. 103–110.

Скоробогатова В.В., Логунова Н.А. 2021. Информационное обеспечение рыбохозяйственного комплекса на основе внедрения современных технологии распределенного реестра // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. № 4. С. 351–365.

Соколов А.В. 2019. Современное состояние и тенденции развития рыбохозяйственного комплекса России // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. № 4. DOI 10.24411/2311–6447–2019–10021

Туркулова В.Н., Золотницкий А.П., Булли Л.И., Новоселова Н.В., Солодовников А.А. 2012. Основные результаты многолетней деятельности и перспективы исследований ЮгНИРО в области развития морской аквакультуры в Украине // Труды ЮгНИРО. Т. 46. С. 46–80.

Ушаков В.В. 2020. Вопросы стратегического управления в рыбном хозяйстве России // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. № 4. С. 165–176.

ФАО. 2018. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Yarkina N., Logunova N. 2019. Applied potential of econometric instrumentation of substantiation of economic decisions within fisheries sector // Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018): E3S Web Conf. Vol. 91. P. 08054.

## REFERENCES

Aleksakhina L.V. 2017. Modern organizational forms of regional fishery sea use // Fishery complex of Crimea: problems and solutions. Mat. II Region. scientific-practical. conf. (Kerch, April 20, 2017). Kerch: KSMTU. pp. 4–9.

Dusaeva E.M., Truba A.S., Kurmanova A. Kh. 2021. Ensuring the sustainable development of the Russian fishery complex in the context of digitalization // Fishing Issues. T. 22. No. 3. P. 125–140.

Efremov A.V. 2007. The concept of integrated management of the coastal zones of the Autonomous Republic of Crimea // Economics and Management. No. 4–5. pp. 151–159.

- Efremov A.V.* 2013. Natural resources of the Crimea as a key factor in the development of the fishery complex of the region // *Economics of Crimea*. No. 4. P. 20–23.
- Kostrikova N.A., Maytakov F.G., Yafasov A. Ya.* 2019. Modern trends in the digitalization of the economy and prospects for their use in the maritime industry on the example of the Russian fishery complex // *Marine Intelligent Technologies*. No. 4–4 (46). pp. 126–139.
- Mnatsakanyan A.G., Kuzin V.I., Kharin A.G.* 2019. Prospects and problems of digitalization of the Russian fish industry // *Marine Intelligent Technologies*. No. 4–4 (46). pp. 103–110.
- Skorobogatova V.V., Logunova N.A.* 2021. Information support of the fishery complex based on the introduction of modern distributed registry technologies // *Bulletin of the Kerch State Marine Technological University*. No. 4. P. 351–365.
- Sokolov A.V.* 2019. Current state and development trends of the fishery complex of Russia // *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. No. 4. DOI 10.24411/2311–6447–2019–10021
- Turkulova V.N., Zolotnitsky A.P., Bulli L.I., Novoselova N.V., Solodovnikov A.A.* 2012. The main results of many years of activity and research prospects of YugNIRO in the development of marine aquaculture in Ukraine // *Proceedings of YugNIRO*. T. 46. P. 46–80.
- Ushakov V.V.* 2020. Issues of strategic management in the fish industry of Russia // *Bulletin of the Kerch State Marine Technological University*. No. 4. P. 165–176.
- FAO. 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Achieving the Sustainable Development Goals*. Rome License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Yarkina N., Logunova N.* 2019. Applied potential of econometric instrumentation of substantiation of economic decisions within fisheries sector // *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018): E3S Web Conf*. Vol. 91. P. 08054.

*Поступила в редакцию 08.04.2022 г.  
Принята после рецензии 16.11.2022 г.*



## Экономика, международное сотрудничество и нормативные правовые основы рыбохозяйственной деятельности / Economics, international cooperation and regulatory bases of fisheries management

### Анализ программ развития рыбохозяйственного комплекса России в новой экономике

В.Д. Рудашевский, Т.О. Мухамедова, А.О. Павлова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187  
E-mail: rudashevski@sistema.ru, mukhamedova@vniro.ru

**Цель:** проанализировать программное развитие рыбохозяйственного комплекса России в ретроспективе; рассмотреть целевые показатели, этапность, основные задачи и основные отличительные основы принципов развития в условиях новой экономики.

**Метод:** использовались методы аналитический, логический, метод сравнения, статистический. Информационные источники включали статистические и информационные данные Правительства Российской Федерации, Минсельхоза, Росрыболовства, Росстата и др.

**Результаты:** в статье проведено обобщение отдельных итогов деятельности рыбохозяйственного комплекса в процессе реализации «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса до 2020», которые показывают динамику объёма вылова водных биологических ресурсов, выпуска пищевой рыбной продукции, обновления основных фондов в соответствии с задачей стратегического инновационного и фактического развития рыбохозяйственного комплекса. Подчёркивается особенность развития рыбохозяйственного комплекса в условиях «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса на период до 2030», «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года», а также государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса».

**Практическая значимость:** для повышения эффективности управления развитием рыбохозяйственного комплекса России представляется целесообразным при формировании программных документов устанавливать индикаторы, которые могут быть использованы при формировании показателей деятельности предприятий рыбохозяйственного комплекса, а расчёты параметров стратегического развития должны учитывать фактические статистические показатели, позволяющие анализировать взаимозависимости макроэкономических результатов прогнозируемой работы в зависимости от изменений различных внешних и внутренних факторов.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, агропромышленный комплекс, стратегия развития, программы развития, продовольственная безопасность, национальные проекты, государственная политика, управление, производство, экспорт.

### Analysis of programs for the development of the Russian fisheries complex in the new economy

Vladimir D. Rudashevsky, Tatyana O. Mukhamedova, Anna O. Pavlova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**Purpose:** to analyze the program development of the Russian fisheries complex in retrospect; to consider the targets, stages, main tasks and the main distinctive principles of the principles of development in the new economy.

**Method:** analytical, logical, comparison, statistical methods were used. Information sources included statistical and informational data of the Government of the Russian Federation, the Ministry of Agriculture, Federal Agency for fisheries, Federal State Statistics Service, etc.

**Results:** the article summarizes the individual results of the activities of the fisheries complex in the process of implementing the «Strategy for the development of the fisheries complex until 2020», which shows the dynamics of the volume of catch of aquatic biological resources, the release of food fish products, the renewal of fixed assets in accordance with the task of strategic innovation and actual development of the fisheries complex. The peculiarity of the development of the fisheries complex is emphasized in the conditions of the «Strategy for the development of the fisheries complex for the period up to 2030», «Strategy for the development of agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030», as well as the state program «Development of the fisheries complex».

**Practical significance:** in order to improve the efficiency of management of the development of the Russian fisheries complex, it seems appropriate to establish indicators that can be used in the formation of indicators of the activities of enterprises of the fisheries complex, and calculations of the parameters of strategic development should take into account actual statistical indicators that allow analyzing the interdependence of macroeconomic results of the projected work depending on changes in various external and internal factors.

**Keywords:** fishery complex, agro-industrial complex, development strategy, development programs, food security, national projects, state policy, management, production, export.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день степень развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации характеризуется, с одной стороны, стабильными объёмами вылова (добычи) водных биоресурсов, внутреннего производства рыбной продукции, товарного выращивания (аквакультуры), насыщения внутреннего рынка, сокращением импорта, что свидетельствует о высоком потенциале рыбохозяйственного комплекса, между тем, с другой стороны, существующая несогласованность нормативных документов, разрабатываемых различными структурами на федеральном и региональном уровнях, дублирование их функций, применение «устаревших» подходов и инструментов при разработке программ развития рыбохозяйственного комплекса и, как следствие, отсутствие сбалансированности интересов субъектов предпринимательства, конечных потребителей рыбной продукции и государственных органов управления, приводит к ослаблению в управлении рыбохозяйственным комплексом.

Рыбохозяйственный комплекс как часть экономики относится к важнейшим ключевым отраслям, вносит существенный вклад в социально-экономическое развитие регионов России, в обеспечение продовольственной безопасности и переживает непростые времена на фоне санкций.

Именно поэтому необходима разработка комплекса мер, способствующих приданию рыбохозяйственному комплексу в полном объёме динамики, обеспечивающей равнозначный вклад в ускоренный рост экономики страны (в структуре российского агроэкспорта поставки рыбы и рыбопродуктов занимают 20%). Эта задача носит стратегический характер и её решение должно соотноситься с целями социально-экономического развития страны, национальными проектами, программами, призванными обеспечить достижение этих целей. Учитывая влияние санкционного режима, который накладывает на производственные системы значительные ограничения экспортных возможностей, степень сложности управления составляющими элементами рыбохозяйственного комплекса значительно возрастает.

## МЕТОДЫ

В рамках проведённого исследования использовались методы аналитический, логический, метод сравнения, статистический. Информационные источники включали статистические и информационные данные Правительства Российской Федерации, Минсельхоза, Росрыболовства, Росстата и др.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Управление рыбохозяйственным комплексом представлено совокупностью субъектов предпринимательской деятельности и выступающими объектами управления со стороны Правительства Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства, Федерального агентства по рыболовству и осуществляется в рамках разработки и реализации следующих основных документов:

Национальные проекты развития страны на ближайшее будущее<sup>1</sup>: «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы»; «Международная кооперация и экспорт»; «Наука»; «Производительность труда и поддержка занятости»; «Цифровая экономика»; Национальный проект «Экология» и др.

«Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года»<sup>2</sup>;

«Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»<sup>3</sup>;

Государственная программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса»<sup>4</sup>;

Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»<sup>5</sup>;

Федеральная научно-техническая программа «Развитие сельского хозяйства на 2017–2030 годы»<sup>6</sup>;

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации;

Государственная программа «Развитие судостроения на 2013–2030 годы»;

Морская доктрина Российской Федерации и другие нормативно-правовые акты.

Национальные проекты направлены на достижение национальных целей и их целевых показателей, определённых Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», и обеспечение достижений общественно значимых результатов и их показателей. На основе подготовленного единого плана по каждой национальной цели сформулированы конкретные задачи и результаты, которые должны быть достигнуты за ближайший трёхлетний период по итогам 2023 года и вести к осязаемому развитию страны, к повышению

<sup>1</sup> <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>

<sup>2</sup> <http://government.ru/docs/35733/>

<sup>3</sup> <http://government.ru/docs/46497/>

<sup>4</sup> <http://government.ru/docs/all/91156/>

<sup>5</sup> <http://www.kremlin.ru/acts/bank/21771>

<sup>6</sup> <http://government.ru/docs/29004/>

качества жизни граждан, обеспечивать прорывное научно-технологическое и социально-экономическое развитие России.

Государственная программа отличается от национального проекта системой мероприятий (взаимосвязанных по задачам, срокам осуществления и ресурсам) и инструментов государственной политики, обеспечивающих достижение приоритетов и целей государственной политики в сфере социально-экономического развития и безопасности. Основное отличие в том, что при реализации нацпроектов ставятся конкретные задачи, определяются уровень и объёмы дополнительных ресурсов, которые необходимы для решения поставленных задач, определяются ответственные лица.

В настоящее время Министерством сельского хозяйства разработана и утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р «Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» (далее – Стратегия) взамен аналогичного документа, принятого 12 апреля 2020 года № 993-р. Обновлённая Стратегия учитывает экономическую ситуацию, сложившуюся в условиях внешнего санкционного давления<sup>3</sup>.

Целью разработки и реализации Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года является обеспечение долгосрочного и перспективного развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации, импортозамещения критически важных видов продукции, обеспечение продовольственной безопас-

ности и независимости, развития новых направлений экспорта с высокой степенью обработки, а также цифровой трансформации с учётом возникающих внешнеполитических и экономических рисков. Обновлённая версия учитывает экономическую ситуацию, сложившуюся в условиях новой экономики.

В «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» сформулированы главные цели развития:

1. Для выполнения показателей Доктрины продовольственной безопасности необходимо наращивать объёмы производства, работать над увеличением урожайности, а также созданием новых технологий при производстве, переработке и хранении продукции. На сегодняшний день аграрии стремятся к достижению пороговых значений показателей продовольственной независимости, экономической и физической доступности продовольствия населению, в обеспечении потребности страны в таких основных продуктах, как зерно, сахар, мясо, рыба, растительное масло (табл. 1).

По данным Росстата мы полностью обеспечиваем себя такими продуктами как зерно, сахар, мясная продукция, масло растительное.

Что касается показателей рыбы и рыбопродукции, данные (табл. 1) показывают производство, а нас интересует ещё и потребление населением страны. Уровень потребления определяется медицинскими нормами потребления и составляет 22 кг рыбы и рыбной продукции в год. По данным Росстата мы потребляли в 2021 году – 21 кг (в весе сырца), а по данным производителей (ассоциации и объединения производителей) эта цифра составляет 14 кг (в товарном весе).

**Таблица 1.** Удельный вес отечественного производства по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия в 2021 г. (в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности)

**Table 1.** The share of domestic production by certain types of agricultural products and food in 2021 (in accordance with the Food Security Doctrine)

Показатели	Потребность в физическом весе, млн тонн	Необходимо производить учитывая потребность для выполнения Доктрины, млн тонн	Пороговое значений доктрины, %	Выполнение в 2021 г., %	2021 г. к пороговому значению, +/-, %	+/- Физ. производства в 2021 г. к выполнению Доктрины, млн тонн
Зерно	146,8	139,5	95	99,7	4,7	-18,8
Масло растительное	1,8	1,4	80	82,3	2,3	4,8
Овощи	20,5	18,5	90	88,9	-1,1	-2,2
Плоды и ягоды	14,7	8,8	60	38,7	-21,3	-5,6
Мясо и мясопродукты	10,7	9,1	85	92,6	7,6	1,2
Молоко и молокопродукты	47,7	42,9	90	83,7	-6,4	-12,3
<b>Рыбная продукция</b>	<b>3,2</b>	<b>2,6</b>	<b>80</b>	<b>82,2</b>	<b>2,2</b>	<b>3,8</b>

Источник: Комитет торгово-промышленной палаты Российской Федерации по развитию агропромышленного комплекса.

2. Необходимо добиться стабильного среднегодового роста производства в секторе на уровне не менее 3%, для чего потребуются финансовые вложения в размере не менее 900 млрд руб. ежегодно.

3. Для наращивания экспорта предполагается наладить работу логистического звена для поставщиков сельскохозяйственной и рыбной продукции, поддерживать её сертификацию и развивать сеть атташе за рубежом. По базовому сценарию экспорт продукции должен увеличиться с 29,5 млрд долл. в 2024 году до 41 млрд долл. в 2030 году. По оптимистическому – в 2024 году объём экспорта составит 30 млрд долл., а в 2030 году – 47,1 млрд долл. Из-за неблагоприятных климатических изменений стран – поставщиков продовольствия становится всё меньше. При этом Россия – ключевой поставщик зерна на мировом продовольственном рынке. Семь стран с самым высоким объёмом вылова в морских водах поставляют на мировой рынок свыше 50% общего количества продукции. 15% мирового объёма приходятся на Китай, доля Российской Федерации составляет около 6% и это 4 место в списке таких стран. Необходимо также наращивать поставки продукции с высокой добавленной стоимостью и решать вопросы логистики. Поэтому планируется построить более 40 судов для транспортировки продукции агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, а также обеспечить достаточное количество железнодорожных контейнеров и рефрижераторов.

4. Определена ещё одна цель – создание к 2030 году единой цифровой платформы агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, что позволит в режиме реального времени получать сведения, нужные для принятия тех или иных координационных и управленческих решений. Кроме того, этот ресурс существенно упростит для аграриев получение различных видов господдержки.

Всего в Стратегии формулируются восемь главных целей:

1. Сохранение доли сельского населения в общей численности населения Российской Федерации.

2. Повышение научно-технологического уровня АПК за счёт развития селекции и генетики.

3. Увеличение произведённой добавленной стоимости.

4. Увеличение физического объёма инвестиций в агропромышленном и рыбохозяйственном комплексах.

5. Увеличение объёма экспорта продукции АПК.

6. Обеспечение продовольственной безопасности.

7. Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения.

8. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса.

Однако плановые показатели в обновлённой Стратегии вызывают определённые вопросы.

1. Следует обратить необходимое внимание к пересмотру Стратегии, которое вызвано, в том числе, качественными изменениями внешних и внутренних условий функционирования как экономики в целом, так и агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, в частности. При этом нужно рассматривать различные сценарии, в том числе предусматривающие сокращение финансирования. Тем не менее, расчёты в Стратегии даны по двум сценариям: базовому «при условии текущего уровня финансирования госпрограмм Минсельхоза» и более оптимистичному целевому сценарию, предусматривающему достижение начиная с 2023 года среднегодовых темпов роста объёмов производства продукции агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов на уровне не менее 3%.

2. Одна из заявленных целей в Стратегии – увеличение объёма экспорта продукции. Однако даже по оптимистичному целевому сценарию, как следует из приведённых в приложении Стратегии показателей, самообеспеченность по всем основным продуктам планируется ниже 100%, в том числе по основным экспортным продуктам – зерну (95%), растительному маслу (90%), сахару (90%), рыбе и рыбопродуктам в живом весе (весе сырца) (85%) – на весь период с 2022 по 2030 гг. При этом в 2021 году фактическая самообеспеченность по зерну составляла 149,9%, по растительному маслу – 176,6%, по сахару – 100%, по рыбе – 153,2%. Отсюда возникает вопрос, за счёт чего планируется наращивать экспорт, если предполагается, что даже самообеспечение не будет в полном объёме (100%).

3. По нашему мнению в Стратегию нужно добавить участие в реализации национальных проектов<sup>1</sup>, например, в национальном проекте «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», «Цифровая экономика» и Президентской программе «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года».<sup>2</sup>

4. При использовании новых макроэкономических вводных не учтена доступность потребления рыбной продукции населением, главным образом, по цене и ассортименту, а также диверсификация использования рыбной продукции.

5. В Стратегии не учитывается межотраслевая деятельность (транспорт, торговля), которая обеспечивает решение продовольственного обеспечения населения

рыбной продукцией наряду с отраслевой и подотраслевой деятельностью.

6. Следует обратить внимание на стратегические риски для отрасли:

- внешнеполитические риски, которые могут привести к ограничению потенциала развития отечественного сельского и рыбного хозяйства, вызванные колебаниями рыночной конъюнктуры, применением зарубежными странами санкций, негативно сказывающихся на международной торговле;

- риски при строительстве судов, связанные с поставками импортного судового оборудования, не имеющего аналогов в России, что ведёт к пересмотру промышленной политики, а это длительный процесс;

- экономические риски, обусловленные возможностью ухудшения внутренней и внешней экономической конъюнктуры, снижения темпов роста мировой и национальной экономики, высокой инфляцией и кризисом банковской системы, снижением инвестиционной привлекательности отечественного сельского и рыбного хозяйства;

- технологические риски, вызванные отставанием по уровню технологического развития производственной базы;

- обострение проблем межотраслевого взаимодействия;

- климатические и агроэкологические угрозы;

- ветеринарные и фитосанитарные риски.

7. Более обоснованно цели сформулированы в главе «Общие положения», где они указаны как причина разработки Стратегии. В документе указано, что целями разработки и реализации Стратегии являются: обеспечение долгосрочного и перспективного развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов; импортозамещение критически важных видов продукции; усиление продовольственной безопасности; развитие новых направлений экспорта; цифровая трансформация с учётом текущих внешнеполитических и экономических рисков. На наш взгляд, цели должны быть более проработанными.

Рассматривая общие и специфические положения двух Стратегий развития рыбохозяйственного комплекса до 2020 года и до 2030 года необходимо проанализировать целевые показатели, этапность, основные задачи и отличительные содержательные основы принципов развития в условиях Стратегии 2020 и Стратегии 2030.

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года, утверждённая приказом Федерального агентства по рыболовству от 30 марта 2009 г. № 246 предусматривала реализацию развития рыбохозяйственного ком-

плекса на 13 лет в период с 2008 года до 2020 года. При этом данная реализация стратегического развития предусматривала три этапа реализации мероприятий, различающиеся по условиям и основным направлениям социально-экономического развития:

- первый этап – 2008–2012 годы;

- второй этап – 2013–2017 годы;

- третий этап – 2018–2020 годы.

Решаемой системной проблемой (целевой задачей) Стратегии 2020 было достижение к 2020 году лидирующих позиций России среди мировых рыболовных держав путём перехода рыбохозяйственного комплекса от экспортно-сырьевого типа к инновационному типу развития на основе сохранения, воспроизводства, рационального использования водных биоресурсов и обеспечения глобальной конкурентоспособности вырабатываемых отечественным рыбохозяйственным комплексом товаров и услуг. Прогнозируемый объём финансирования мероприятий Стратегии 2020 (в ценах соответствующих лет) предполагался в объёме 457,58 млрд рублей, в том числе:

- за счёт средств федерального бюджета 230,58 млрд рублей;

- за счёт внебюджетных источников (средств организаций рыбохозяйственного комплекса, банковских кредитов и других средств) 227 млрд рублей.

Целевые показатели по вариантам стратегического развития рыбохозяйственного комплекса в Российской Федерации на период до 2020 года были разбиты укрупнённо по 3-м этапам, каждому из этапов были установлены два варианта развития: 1) инерционный вариант; 2) с учётом реализации инновационных мероприятий Стратегии. Стратегические показатели инновационного развития предусматривали опережающее развитие по сравнению с инерционным вариантом деятельности отрасли. Так же были утверждены три основных целевых показателя – объём добычи водных биологических ресурсов в год, объём производства товарной пищевой рыбной продукции в год и среднедушевое потребление населением Российской Федерации рыбных товаров в год. В табл. 2 представлено сравнение основных показателей инерционного и стратегического развития отрасли до 2020 года.

При проведении анализа стратегических показателей было выявлено, что их назначения были довольно значительными как по объёмам товарной продукции, объёмам добычи водных биологических ресурсов, так и по объёмам потребления рыбной продукции. Существенное отклонение отмечалось по 2017 году при установлении планируемого объёма вылова по инерционной и стратегической динамике

**Таблица 2.** Сопоставление инерционных и стратегических целевых показателей развития рыбохозяйственного комплекса России до 2020 года [Сергеев, 2021]

**Table 2.** Comparison of inertial and strategic targets for the development of the Russian fisheries sector until 2020 [Sergeev, 2021]

Показатели	2007 г. (факт)	2012 г. (итог 1 этапа)		2017 г. (итог 2 этапа)		2020 г. (итог 3 этапа)	
		Инерц. динамика	Стратег. динамика	Инерц. динамика	Стратег. динамика	Инерц. динамика	Стратег. динамика
Вылов, тыс. т	3418,3*	3300	4300	3300	5690	4900	6580
Отличие от инерц. динамики			1,3		2,4		1,3
Объем товарной прод., тыс.т	3242,8*	2800	3575	2800	4450	4120	5255
Отличие от инерц. динамики			1,3		1,59		1,3
Среднедуш. потреб. рыбы, кг. в год	12,6	12,3	15,3	12,6	22,6	21,7	28,0
Отличие от инерц. динамики			1,3		1,8		1,3

\* В соответствии с формой № 1-П (рыба).

(2,4 раза), что было недостаточно обосновано, когда вылов на 2017 год был запланирован на уровне 2012 года (3300 тыс. т), то есть без увеличения добычи водных биологических ресурсов за 5 лет, что предполагало сохранение застоя в деятельности рыбохозяйственного комплекса.

Прогнозные объёмы финансовых затрат за счёт средств федерального бюджета на реализацию Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса до 2020 года по каждому из трёх этапов предусматривали средства на инвестиции, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и прочие направления финансирования (проведение мелиоративных работ в местах естественных нерестилищ водных биоресурсов; содержание ремонтно-маточных стад ценных видов водных биоресурсов и приобретение посадочного материала; мероприятия в области воспроизводства и сохранения водных биоресурсов; субсидирование части процентных ставок по привлеченным кредитам и возмещение части затрат на приобретение топлива, используемого судами рыбопромыслового флота при добыче водных биоресурсов; международное сотрудничество).

Стратегия 2020 включала решение семи задач. При этом по годам были установлены целевые показатели по инновационному варианту стратегического развития рыбохозяйственного комплекса в Российской Федерации на период до 2020 года [Сергеев, 2021].

1. Восстановление и сохранение ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развитие искусственного воспроизводства и аквакультуры (5 показателей: прирост выпуска молоди промысловых видов рыб в естественные водоёмы и водохранилища относительно 2007 года; выпуск продукции аквакультуры в год;

степень освоения общих допустимых уловов водных биоресурсов в исключительной экономической зоне Российской Федерации; прирост объёма разведанных запасов водных биологических ресурсов к предыдущему периоду; количество единиц новых методов и технологий, повышающих эффективность воспроизводства и акклиматизации водных биологических ресурсов в год).

2. Техническое перевооружение и модернизация действующих рыбоперерабатывающих мощностей, строительство и модернизация современного рыбопромыслового флота на отечественных судостроительных верфях, восстановление и обновление аварийно-спасательного и другого вспомогательного флота (4 показателя: коэффициент обновления основных фондов отрасли в год, в том числе: рыбоперерабатывающих мощностей, рыбопромыслового флота, прочего вспомогательного флота).

3. Развитие науки, технологий, подготовка квалифицированных кадров в сфере рыбохозяйственного комплекса (3 показателя: количество единиц внедрённых технологий в производство товарной пищевой рыбной продукции в год; доля высококвалифицированных кадров в общем количестве работающих в отрасли; рост производительности труда по отношению к 2007 году).

4. Формирование развитого внутреннего рынка рыбной продукции и его эффективной функциональной инфраструктуры (3 показателя: доля отечественной пищевой рыбной продукции на внутреннем рынке; доля продукции с высокой степенью переработки; степень переработки водных биоресурсов за счёт внедрения безотходных технологий переработки).

5. Развитие инфраструктуры морских терминалов, предназначенных для комплексного обслуживания

судов рыбопромыслового флота (4 показателя: прирост объёма отгруженной рыбной продукции (в натуральном выражении); к предыдущему периоду в процентах; по отношению к 2007 году; прирост объёма перевалки грузов рыбными терминалами морских портов к предыдущему периоду в процентах).

6. Повышение эффективности государственного управления в сфере рыбохозяйственного комплекса и формирование высококонкурентной институциональной среды, стимулирующей предпринимательскую активность и привлечение капитала в экономику рыбной отрасли (3 показателя: инвестиции в развитие рыбной отрасли, включая лизинг всего (в ценах 2008 г.) к предыдущему периоду, в том числе за счёт средств: федерального бюджета; прочих источников финансирования (внебюджетные, бюджеты субъектов Российской Федерации)).

7. Международное сотрудничество и укрепление позиций России на мировом рынке продукции рыбохозяйственного комплекса, развитие внешней торговли рыбными товарами высокой степени переработки водных биологических ресурсов (1 показатель – доля продукции из водных биологических ресурсов высокой степени переработки российского производства на мировом рынке).

Обновлённая версия «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» (далее – Стратегия 2030) учитывала сложившуюся экономическую ситуацию.<sup>7</sup> Стратегия 2030 планировалась на 12 лет и предусматривала осуществление в 2 этапа. Первый этап – с даты утверждения (от 26 ноября 2019 г. № 2798-р Стратегии 2030) по 31 декабря 2025 г. Второй этап – с 1 января 2026 г. по 31 декабря 2030 г.

В рамках реализации Стратегии 2030 было необходимо обеспечить к 2030 году выполнение следующих девяти задач:

- увеличение суммарного объёма частных инвестиций до 613 млрд рублей;
- увеличение валовой добавленной стоимости за счёт развития производства продукции глубокой переработки до 418 млрд рублей;
- обеспечение продовольственной безопасности в части достижения среднедушевого потребления рыбопродуктов в домашних хозяйствах Российской Федерации в объёме не менее 22 кг в год в живом весе и поддержание удельного веса отечественной рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов в общем объёме её товарных ресурсов (с учётом переходящих запасов) внутреннего рынка на уровне не менее 85 процентов;

– увеличение общего количества рабочих мест в рыбохозяйственном комплексе на 24,5 тыс.;

– рост производительности труда в 1,4 раза к 2030 году по сравнению с 2018 годом;

– укрепление лидерства на мировых рынках рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов в части достижения не менее 25% доли рынка Европейского союза в сегменте продукции из минтая и атлантической трески (пикши) и не менее 10% доли рынка стран Азиатско-Тихоокеанского региона в сегменте продукции из лососевых видов рыб;

– разработка и внедрение национальной системы экологической сертификации добытых (выловленных) водных биологических ресурсов и произведённой из них рыбной и иной продукции;

– увеличение до 3 млн т в год объёмов грузообработки отечественной рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов через российские морские порты;

– увеличение до 80% доли обслуживания отечественных судов рыбопромыслового флота в российских портах.

Ключевое место в Стратегии 2030 было отведено общим аспектам в связи со сложившимися для российской экономики за несколько последних лет принципиально новыми макроэкономическими и геополитическими вызовами, хотя для целевых показателей стратегического развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года ключевую роль играют экономические показатели (по годам без установления годовых значений на 2026–2029 годы). Целевые показатели установлены в трёх основных направлениях.

1. Экономическое развитие – 5 показателей: валовая добавленная стоимость по направлению «рыболовство, рыбоводство и рыбопереработка»; рост долгосрочных финансовых вложений, нарастающим итогом; оборот организаций по направлению «рыболовство, рыбоводство и рыбопереработка»; объём добычи (вылова) водных биологических ресурсов; объём производства продукции товарной аквакультуры, включая посадочный материал.

2. Продовольственная безопасность – 10 показателей: потребление рыбы и рыбопродуктов в домашних хозяйствах Российской Федерации – всего, в том числе: в 8-ми федеральных округах; удельный вес отечественной рыбной продукции и иной продукции из водных биологических ресурсов в общем объёме её товарных ресурсов (с учётом переходящих запасов) внутреннего рынка рыбной продукции.

3. Технологическое перевооружение и рост производительности – 5 показателей: доля новых судов,

<sup>7</sup> <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/>

построенных на территории Российской Федерации, в общей структуре рыбопромыслового флота; среднегодовая численность занятых в Российской Федерации по видам экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство»; доля продукции с высокой добавленной стоимостью в общем объеме произведенной рыбной продукции; удельный вес организаций, осуществлявших инновационную деятельность в общем числе обследованных организаций; темп роста производительности труда по видам экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство». Установленные стратегические параметры учитывали показатели не только по ОКВЭД «Рыболовство и рыбоводство», но и «Переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков». Кроме того, предусматривался учёт дополнительного объема, произведенного в рамках развития пастбищного лососеводства. Уточнены расчёты ряда показателей деятельности рыбохозяйственного комплекса, например, доли новых судов, построенных на территории Российской Федерации, в общей структуре рыбопромыслового флота из расчёта удельной доли в фактическом объеме добычи (вылова) за соответствующий год.

Принципиально новой составляющей Стратегии 2030 в сравнении со Стратегией 2020 являлось установление проектов развития с учётом имеющейся и доступной в перспективе ресурсной базы и производственных мощностей в рамках соответствующих программ. Это подчёркивалось в трудах по исследованию программного развития рыбохозяйственного комплекса [Волкогон и др., 2018; 2019].

В качестве существенного достижения указанной Стратегии 2030 необходимо отметить выделение в отдельную программу решения маркетинговых проблем развития рыбохозяйственного комплекса (проект «Отраслевой маркетинг»), что позволяет предположить о постановке задачи создания организации, осуществляющей комплексное развитие рынков потребления российской рыбы в интересах производителей, а также отраслевого института маркетинга и продвижения продукции из водных биологических ресурсов; разработку и реализацию комплексного маркетингового плана, в том числе по сегментам, включающего создание и развитие базы данных о ключевых рынках потребления российской рыбопродукции.

Приоритетными проектами на российском рынке должны были стать:

- продвижение филе тресковых, лососевых, и иной продукции рыбной из водных биологических ресурсов в торговых сетях и сегменте индустрии гостеприимства и общественного питания;

- развитие поставок отечественной рыбной продукции через систему услуг, предоставляемых при осуществлении государственных и муниципальных закупок;

- создание положительного имиджа продукции товарной аквакультуры;

- выстраивание эффективной системы контроля качества пищевой и кормовой продукции рыбохозяйственного комплекса;

- системное развитие аукционной торговли продукцией из водных биологических ресурсов;

- проведение долгосрочной кампании по популяризации российской рыбы (образование и просвещение потребителей относительно происхождения, полезных качеств, ассортимента и рецептуры приготовления) как в Российской Федерации, так и на международном рынке.

В условиях Стратегии 2030 в широком спектре рассматривались отраслевая и подотраслевая деятельность, которая обеспечивает решение продовольственного обеспечения населения страны рыбной продукцией. Базовые целевые показатели Стратегии 2030 основывались на таких же отраслевых показателях деятельности, как и Стратегия 2020: объём добычи (вылова) водных биологических ресурсов, потребление рыбы и рыбопродуктов в домашних хозяйствах Российской Федерации, рост долгосрочных финансовых вложений, темп роста производительности труда по видам экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство» и ряд других показателей.

Но кроме данных стратегических показателей, был сделан упор на такие целевые параметры как «валовая добавленная стоимость по направлению «рыболовство, рыбоводство и рыбопереработка», «оборот организаций по направлению «рыболовство, рыбоводство и рыбопереработка», «объём производства продукции товарной аквакультуры, включая посадочный материал», «удельный вес отечественной рыбной продукции и иной продукции из водных биологических ресурсов в общем объёме товарных ресурсов (с учётом переходящих запасов) внутреннего рынка рыбной продукции» и ряд других.

Сопоставление некоторых параметров развития рыбохозяйственного комплекса в сравнении по содержанию параметров отдельно Стратегии 2030 и Стратегии 2020 затруднительно, так как вариант последней Стратегии имеет более обширный охват подотраслевых видов деятельности. Но основные параметры стратегической деятельности могут быть проанализированы в сопоставлении двух стратегий и фактического развития отрасли до 2020 года. В табл. 3 представлены численные параметры вылова водных

**Таблица 3.** Динамика планируемого стратегического и фактического вылова ВБР и накопленных инвестиций в действующих ценах за 2007–2030 годы [Сергеев, 2021]

**Table 3.** Dynamics of the planned strategic and actual catch of VBR and accumulated investments in current prices for 2007–2030 [Sergeev, 2021]

Годы	Вылов ВБР, тыс. т			Накопленные инвестиции в действующих ценах, млрд руб.		
	Стратегия 2020 (инновац.)	Стратегия 2030	Фактический	Стратегия 2020	Стратегия 2030	Фактические
2007	3418		3215,0			
2008	3500		3300,0	14,8		7,0
2009	3650		3437,9	32,2		11,6
2010	3800		3336,1	60,5		17,0
2011	4000		3801,4	101,7		25,5
2012	4300		4027,9	154,4		37,7
2013	4700		4264,7	218,3		52,0
2014	4850		4269,8	287,2		70,2
2015	5120		4296,8	361,8		82,2
2016	5400	4812	4245,9	436,0		102,3
2017	5690	4942	4492,5	513,3	75	131,1
2018	5980	5110	4812,0	593,3	159	167,9
2019	6270	4983	4942,0	670,3	247	204,7
2020	6580	4975	5109,8	745,1	350	260,7
2021		5201			372	
2022		5208			422	
2023		5215			453	
2024		5322			480	
2025		5329			517	
2026		5342			536	
2027		5356			555	
2028		5369			574	
2029		5383			593	
2030		5369			612	

биоресурсов и накопленных инвестиций в основные фонды в действующих ценах в сравнении с фактическим выловом за 2007–2030 годы. Так же следует отметить, что показатели в Стратегии 2030 не установлены по годам в промежутке между 2025 и 2030 годами. Таким образом, пропущенные показатели для каждого из этих четырёх лет рассчитаны нами условно путём прибавления к каждому последующему году частного от деления разницы показателя 2030 года и 2025 года на пять.

Обобщая динамику годовых параметров вылова водных биоресурсов, можно констатировать завышенные ожидания добычи, которые были установлены в Стратегии 2020 (среднегодовой рост – 253,6 тыс. т), умеренные параметры роста в Стратегии 2030 (среднегодовой рост – 39,257 тыс. т) и реальные фактиче-

ские в 2007–2020 годах объёмы добычи в среднем за год в размере 145,47 тыс. т [Сергеев, 2021].

Такой существенный разброс (в среднем по годам) стратегических и фактических показателей добычи водных биоресурсов выявляет наличие проблем в методической базе расчёта и планирования основного показателя деятельности отрасли и не позволяет обеспечивать приемлемую точность установления прогнозных стратегических целевых задач развития рыбохозяйственного комплекса.

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года была отменена введением в действие новой Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года.

В настоящее время направления стратегического развития рыбохозяйственного комплекса определены государственной программой Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса», утверждённой постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 314 (с изменениями и дополнениями от: 18 декабря 2014 г., 3 апреля 2015 г., 25 мая 2016 г., 26 января, 31 марта, 30 декабря 2017 г., 30 марта 2018 г., 27 марта 2019 г., 31 марта 2020 г., 30 марта, 27 сентября 2021 г., 22 июня 2022 г.).<sup>4</sup>

Согласно проекту федерального бюджета на 2023 год, бюджетные ассигнования, предусмотренные на реализацию Госпрограммы, составят в 2023 году 7,916 млрд руб.; в 2024 году в – 7,628 млрд руб.; в 2025 году – 7,550 млрд руб.

При этом Федеральным законом Росрыболовства № 390-ФЗ на 2022 год на реализацию государственной программы предусмотрено 12,8 млрд рублей, на 2023 год – 8,0 млрд рублей, на 2024 год – 7,5 млрд рублей.

В сравнении же с паспортом госпрограммы в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 30.03.2018 № 380, объёмы бюджетных ассигнований на цели её реализации уменьшены в 2023 году на 4,1 млрд рублей, в 2024 году – на 4,4 млрд рублей, в 2025 году – на 4,5 млрд рублей.

Реализация Программы направлена на достижение национальной цели «Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство» и показателя «Обеспечение темпа роста валового внутреннего продукта страны выше среднемирового при сохранении макроэкономической стабильности», определённых Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».<sup>8</sup> В Программу включены мероприятия, в осуществлении которых предусмотрено участие субъектов Российской Федерации, в том числе за счёт предоставленной субсидии субъектам Российской Федерации на развитие аквакультуры (рыбоводства) и товарного осетроводства.

Субсидии предусматривают возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным сельскохозяйственными товаропроизводителями:

- на приобретение кормов и рыбопосадочного материала для развития товарной аквакультуры, за исключением товарного осетроводства;

- на реализацию инвестиционных проектов, направленных на строительство, реконструкцию и (или) модернизацию объектов рыбоводной инфраструкту-

ры, объектов по производству кормов и рыбопосадочного материала для товарной аквакультуры, объектов переработки и хранения продукции аквакультуры, а также на приобретение техники, специализированных судов, транспортных средств и оборудования для разведения, содержания и выращивания объектов товарной аквакультуры и товарного осетроводства.

Кроме того, в рамках Программы за период 2015–2020 годов успешно реализованы следующие мероприятия федеральной адресной инвестиционной программы на территориях субъектов Российской Федерации:

Строительство завода по выращиванию молоди стерляди и щуки, Самарская область, Безенчукский район, с. Екатериновка, объект введён в эксплуатацию в 2016 году.

Реконструкция и техперевооружение Конаковского завода по осетроводству, г. Конаково, Тверская область, объект введён в эксплуатацию в 2017 году.

Строительство Мехтебских нерестово-выростных водоёмов с созданием модуля для содержания ремонтно-маточного стада осетровых видов рыб в морской воде, г. Махачкала, Республика Дагестан, объект введён в эксплуатацию в 2018 году.

Реконструкция научно-производственного центра по созданию технологий аквакультуры, Приморский край, г. Владивосток, объект введён в эксплуатацию в 2019 году.

В результате проведённого анализа государственной программы нами выявлено следующее: показатели, включённые в государственную программу, с одной стороны носят стратегический характер, а с другой стороны являются конкретными; показатели и их значения не учитывают целей деятельности предприятий, среди которых основной является извлечение прибыли в интересах собственников; вопросы обеспечения прибыльности деятельности предприятий не входят в компетенцию органов власти напрямую, они проявляются только косвенно, например, при формировании политики распределения квот на водные биологические ресурсы [Кузин и др., 2018].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании выше сказанного можно сделать вывод о том, что на стратегическом уровне сформирована система показателей развития рыбохозяйственного комплекса, которую необходимо, исходя из меняющихся внешних и внутренних факторов развивать и детализировать. Таким образом, для повышения эффективности управления развитием рыбохозяйственного комплекса представляется целесообразным при формировании программных документов устанавли-

<sup>8</sup> <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>

вать индикаторы, которые могут быть использованы при формировании показателей деятельности предприятий рыбохозяйственного комплекса. По нашему мнению, расчёт параметров стратегического развития должен учитывать фактические статистические показатели, которые позволяют анализировать взаимозависимости макроэкономических результатов прогнозируемой работы в условиях новой экономики.

### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### **Соблюдение этических норм**

Все применимые этические нормы соблюдены.

### **Финансирование**

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБНУ «ВНИРО».

### **ЛИТЕРАТУРА**

- Волкогон В.А., Сергеев Л.И., Кузин В.И. 2018. Региональное программно-целевое развитие рыбной отрасли России. Калининград: Изд-во КГТУ. 206 с.
- Волкогон В.А., Сергеев Л.И., Кузин В.И. 2019. Эффективность программно-целевого развития рыбной отрасли России. Калининград: Изд-во КГТУ. 226 с.
- Волошин Г.А. 2022. Комплексный инструментарий управления рыбной отраслью в условиях новой экономической политики России // Труды ВНИРО. Т. 184. С. 169–189.
- Колончин К.В., Бетин О.И., Рудашевский В.Д. 2021. Платформенная модель организации управления рыбным хозяйством России (системно-экономический подход) // Экономика и управление: проблемы, решения. Т. 1. № 12 (120). С. 21–35.
- Кузин В.И., Харин А.Г. 2018. Исследование феномена высокой рентабельности в российском рыбном хозяйстве // Экономический анализ: теория и практика. Т. 17. Вып. 4. С. 652–670.
- Кузин В.И., Харин А.Г., Мнацаканян А.Г. 2018. О некоторых современных тенденциях в развитии российского рыбного хозяйства // Балтийский экономический журнал. Ч. 2.

Проблема модернизации производственного потенциала. № 2(22). С. 28–39.

Сергеев Л.И. 2021. Обобщение положений и параметров стратегического развития рыбной отрасли // Труды ВНИРО. Т. 184. С. 169–189.

Сергеев Л.И. 2021. Финансово-экономическое обобщение текущей и стратегической рыбохозяйственной деятельности // Вопросы рыболовства. Т. 22. № 1. С. 133–154.

### **REFERENCES**

- Volkogon V.A., Sergeev L.I., Kuzin V.I. 2018. Regional program-targeted development of the fishing industry in Russia. Kaliningrad: KSTU Publish. 206 p.
- Volkogon V.A., Sergeev L.I., Kuzin V.I. 2019. The effectiveness of the program-targeted development of the fishing industry in Russia. Kaliningrad: KSTU Publish. 226 p.
- Kuzin V.I. Kharin A.G. 2018. Investigation of the phenomenon of high profitability in the Russian fisheries // Economic analysis: Theory and practice. V. 17. Iss. 4. P. 652–670.
- Kuzin V.I. Kharin A.G., Mnatsakanyan A.G. 2018. About some modern trends in the development of the Russian fisheries // Baltic Economic Journal. Part 2. The problem of modernization of production potential. No. 2 (22). P. 28–39.
- Sergeev L.I. 2021. Generalization of the provisions and parameters of the strategic development of the fishing industry // Trudy VNIRO. V. 184. P. 169–189.
- Sergeev L.I. 2021. Financial and economic generalization of current and strategic fisheries activities // Questions of fisheries. V. 22. No. 1. P. 133–154.
- Voloshin G.A. 2022. Complex tools for managing the fishing industry in the conditions of the new economic policy of Russia // Trudy VNIRO. V. 184. P. 169–189.
- Kolonchin K.V., Betin O.I., Rudashevsky V.D. 2021. Platform model of the organization of fisheries management in Russia (system-economic approach) // Economics and management: problems, solutions. V. 1. No. 12 (120). P. 21–35.

Поступила в редакцию 14.11.2022 г.  
Принята после рецензии 30.11.2022 г.



## Экономика, международное сотрудничество и нормативные правовые основы рыбохозяйственной деятельности / Economics, international cooperation and regulatory bases of fisheries management

### Оценка факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа: методические аспекты и алгоритм выполнения

М.А. Салтыков<sup>1</sup>, Е.Ю. Образцова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Владивостокский филиал Российской таможенной академии (ГКОУ ВО «РТА ВФ»), ул. Стрелковая, 16 в, г. Владивосток, 690034

<sup>2</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»), ул. Луговая, д.52 Б, г. Владивосток, 690087

E-mail: saltykov\_ma@mail.ru

**Целью** статьи является обсуждение методических аспектов проведения анализа факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа.

**Методы:** метод экспертных оценок, обобщение, абстракция, сравнительный анализ, алгоритм.

**Результаты:** в ходе исследования авторами предложены методические рекомендации по проведению факторного анализа экономических показателей и процессов, проходящих в рыбохозяйственном комплексе; выделены шесть групп факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа. Получено распределение оценок значимости факторов по природно-ресурсной группе, регионально-экономической, национальной макроэкономической, международной рыночной, цифровой экономике отрасли, регулирования внешнеэкономической деятельности.

**Новизна:** для проведения исследования разработаны основные составляющие авторской методики, включающей алгоритм проведения оценки, детализированные группы факторов, вариативность подходов к выполнению исследования: экспресс-подход, углублённый анализ, позволяющие проводить исследование экономического развития рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа с различной степенью качества исследования.

**Практическая значимость:** результаты могут применяться для совершенствования и разработки методологии анализа экономических процессов в рыбохозяйственном комплексе региона, для обоснования совершенствования механизмов управления развитием рыбохозяйственного комплекса.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, факторы, рыболовство, экспорт водных биологических ресурсов.

### Assessment of factors affecting the economic indicators of the fisheries complex of the Far Eastern Federal District: methodical aspects and algorithm of implementation

Maksim A. Saltykov<sup>1</sup>, Elizaveta Yu. Obraztsova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vladivostok branch of Russian Customs academy («RCA VB»), 16v, Strelkovaya st., Vladivostok, 690034, Russia

<sup>2</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University («Dal'rybvuz»), 52b, st. Lugovaya, Vladivostok, 690087, Russia

**The purpose** of the article is to discuss methodical aspects of the analysis of factors affecting the economic indicators of the fisheries complex of the Far Eastern Federal District.

**Methods:** expert evaluation method, generalization, abstraction, comparative analysis, algorithm.

**Results:** in the course of the study, the authors proposed methodical recommendations for conducting a factor analysis of economic indicators and processes taking place in the fisheries complex; six groups of factors affecting the economic indicators of the fisheries complex of the Far Eastern Federal District are identified. The distribution of assessments of the importance of factors according to natural and resource group, regional and economic, national, macroeconomic, international, market-based, digital economy of the industry, regulation of foreign economic activity is obtained.

**Novelty:** the main components of the author's methodology including an evaluation algorithm, detailed groups of factors, variability of approaches to the study: express approach, in-depth analysis, allowing to conduct a study of the economic development of the fishery complex of the Far Eastern Federal District with varying degrees of research quality are developed to conduct the research.

**Practical significance:** the results can be used to improve and develop a methodology for analyzing economic processes in the regional fishery complex, to justify the improvement of management mechanisms by the development of the fishery complex.

**Keywords:** fishery complex, factors, fishery, export of aquatic biological resources.

## ВВЕДЕНИЕ

Задача повышения эффективности управления экономическими процессами рыбохозяйственного комплекса является одной из актуальных задач для российских экономистов, работающих над совершенствованием системы государственного управления рыбохозяйственным комплексом. Комплекс является многофункциональной экономической системой, от эффективности которой зависят многие экономические процессы на региональном и макроуровнях. Рыбохозяйственный комплекс «является производственно-хозяйственным комплексом, включающим в себя такие виды деятельности как: обеспечение рыбохозяйственного комплекса средствами производства; рыболовство, рыбоводство; переработку водных биологических ресурсов, транспортировку, хранение, а также реализацию конечной продукции» [Бетин и др., 2022: с. 171]. Результатом экономической деятельности комплекса является произведённая продукция, богатая микроэлементами, витаминами и натуральным белком, являющаяся альтернативой мясу и птице, т. е. реализуется задача обеспечения населения качественными продуктами питания, а также реализуется задача обеспечения национальной продовольственной безопасности.

Дальневосточный рыбохозяйственный комплекс в настоящее время обеспечивает основной объём добычи водных биологических ресурсов, в 2021 году на Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн в общероссийском вылове приходилось 70,2%, или 3 561,1 тыс. т. Всеми же российскими пользователями во всех районах Мирового океана было добыто 5053,4 тыс. т, в том числе во внутренних (пресноводных) водных объектах – 116,8 тыс. т.<sup>1</sup> Комплекс характеризуется высокой численностью предприятий в сфере рыболовства и рыбоводства. В 2019 году рыбохозяйственный комплекс Дальневосточного федерального округа (ДФО) включал предприятия рыболовства – 2650 ед., что составляет 1,33% от общего количества предприятий всех видов экономической деятельности ДФО, 225 организаций рыбоводства, что составляет 0,11% от общего количества предприятий ДФО. В рыболовстве работают и субъекты малого предпринимательства – 1386 ед. (рыболовство и рыбоводство) и индивидуальные предприниматели – 449 человек.<sup>2</sup>

На предприятиях рыболовства в 2019 году было занято 30,9 тыс. чел., хотя в относительных показателях ДФО эта цифра невелика – 0,73% в структуре занятых всех отраслей ДФО. И 1,5 тысячи на предприятиях рыбоводства – всего 0,04% в структуре занятых всех отраслей ДФО. Тем не менее, хотя непосредственно удельный вес занятых в рыболовстве и рыбоводстве структуре занятости ДФО невелик, но к комплексу необходимо добавить занятость в отраслевом образовании, отраслевой науке, судоремонте, приборо- и машиностроении, торговых сетях непосредственно рыбной продукцией, прибрежном перерабатывающем производстве и других смежных областях, которые учитываются в других видах экономической деятельности в официальной статистике. Ведущими компаниями дальневосточного рыбохозяйственного комплекса являются: ПАО «Океанрыбфлот», АО «Южноморская база рыбфлота», ПАО «Находкинская База Активного Морского Рыболовства», ПАО «ПБТФ», Производственный кооператив «Рыболовецкий колхоз им. В.И. Ленина», АО Рыболовецкое предприятие «Акрос». Характеристика и сравнение показателей предпринимательства в рыбной промышленности ДФО представлены в табл. 1.

На территории Дальневосточного федерального округа выделяются пять регионов, в которых рыбохозяйственный комплекс является значимым сектором экономики. На Приморский край приходится – 34% от общего объёма добычи ДФО, в крае насчитывается около 343 организаций рыболовства. На второй и третьей позициях находятся Камчатский край – 31% вылова ДФО и Сахалинская область – 24%. В Камчатском крае насчитывается более 700 организаций рыболовства. В Сахалинской области расположены более 683 рыбопромышленных предприятий. На четвёртой позиции Хабаровский край – 6% вылова ДФО. В Хабаровском крае насчитывается более 481 рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий. На пятой позиции Магаданская область – 4% вылова Дальневосточного федерального округа. В Магаданской области расположены 111 организаций рыболовства.

Для выработки долгосрочной стратегии развития рыбохозяйственного комплекса разработано и реализуется ряд основополагающих документов, одним из последних является Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года,<sup>3</sup> в ней определены ключевые показатели и индикаторы развития

<sup>1</sup> Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2021 году [https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi\\_raboty\\_rosrybolovstvo\\_za\\_2021\\_god.pdf](https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf) 26.11.2022.

<sup>2</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. 2020. М.: Росстат. 1242 с.

<sup>3</sup> Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». <https://docs.cntd.ru/document/351735594>

**Таблица 1.** Сравнение показателей предпринимательства в рыбной промышленности в разрезе регионов ДФО  
**Table 1.** Comparison of indicators of entrepreneurship in the fishing industry by regions of the Far Eastern Federal District

	Всего предприятий, ед. 2019 г.	В т.ч. предприятия рыболовства, ед., 2019 г.	Доля рыболовства в структуре предприятий ДФО, %	В т.ч. предприятия рыбоводств, ед., 2019 г.	Доля рыбоводства в структуре предприятий ДФО, %
ДФО	198977	2650	1,33%	225	0,11%
Приморский край	56745	343	0,60%	120	0,21%
Хабаровский край	36916	481	1,30%	25	0,07%
Камчатский край	10166	703	6,92%	11	0,11%
Магаданская область	4201	111	2,64%	7	0,17%
Сахалинская область	15048	683	4,54%	39	0,26%

рыбохозяйственного комплекса, такие как: объём добычи (вылова) водных биологических ресурсов, оборот организаций по направлению «рыболовство, рыбоводство и переработка», объём производства продукции товарной аквакультуры, объём инвестиций в рыбохозяйственный комплекс, объём экспорта рыбы, рыбопродуктов и морепродуктов и другие показатели. Достижение данных показателей служит измерением экономической эффективности деятельности рыбохозяйственного комплекса.

Реализация данной стратегии, а также других основополагающих документов, направленных на достижение ключевых показателей, требует новых научных подходов и экономически обоснованных управленческих решений. Для выработки разработанных корректных управленческих методов требуется глубокий анализ сформировавшихся процессов и условий, определяющих экономическое функционирование рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа. Вследствие чего, задачами, решаемыми в данном исследовании являются: 1) разработка методики оценки факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа; 2) выявление наиболее существенных факторов, влияющих на экономические показатели и процессы, проходящие в рыбохозяйственном комплексе. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности мер, определённых в системе нормативно-правовых документах, регулирующих долгосрочное развитие рыбохозяйственного комплекса.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данная работа основывается на зарубежных и российских исследованиях экономических процессов в рыбохозяйственном комплексе. В различной степени исследование факторов, определяющих экономические процессы в рыбохозяйственном комплексе

представлено в документах Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), посвящённых анализу особенностей экономической деятельности рыболовства и рыбоводства в различных регионах мира [FAO, 2020]. Исследование основывается на работах в области анализа промышленного рыболовства, аквакультуры, рыбопромыслового флота [Rousseau et al., 2019], состояния водных биологических ресурсов, переработки и потребления рыбы [Barange, Bahri, 2018; Robinson, Putten, 2021]. Оценка актуальных экономических процессов в российском рыбохозяйственном комплексе представлена в работах российских авторов [Латкин, 2008; Ворожбит, Даниловских, 2016; Бетин, 2020 и др.; Васильев, 2020; Мнацаканян и др., 2021; Сергеев, 2021; Волошин, 2022; Колончин, 2022 и др.]. Отдельные вопросы методологии анализа экономических процессов рыбохозяйственного комплекса исследовались в работах [Носкова, 2013; Вотинова, Вотинов, 2017; Еремина и др., 2019; Иванко, 2020; Лисиенко, Фисенко, Салтыков, 2020 и др.], а также обсуждались авторами в предыдущих работах [Салтыков, Миускова, 2019; Салтыков, Образцова, 2020; Салтыков, 2021].

Для проведения данного исследования авторами были представлены шесть групп факторов, которые оказывают влияние на экономические показатели и экономические процессы в рыбохозяйственном комплексе Дальневосточного федерального округа:

1. Природно-ресурсные (RN, resource-natural),
2. региональные экономические (RE, regional-economic),
3. национальные макроэкономические (NM, national macroeconomic),
4. международные рыночные (IM, international market),
5. цифровая экономика отрасли (DFP, digitalization fish production),
6. регулирование внешнеэкономической деятельности (ВЭД) (RFEA, regular foreign economic activity).

Каждая группа включает перечень переменных, оказывающих влияние на экономические показатели, происходящие в рыбохозяйственном комплексе Дальневосточного региона (рис. 1).

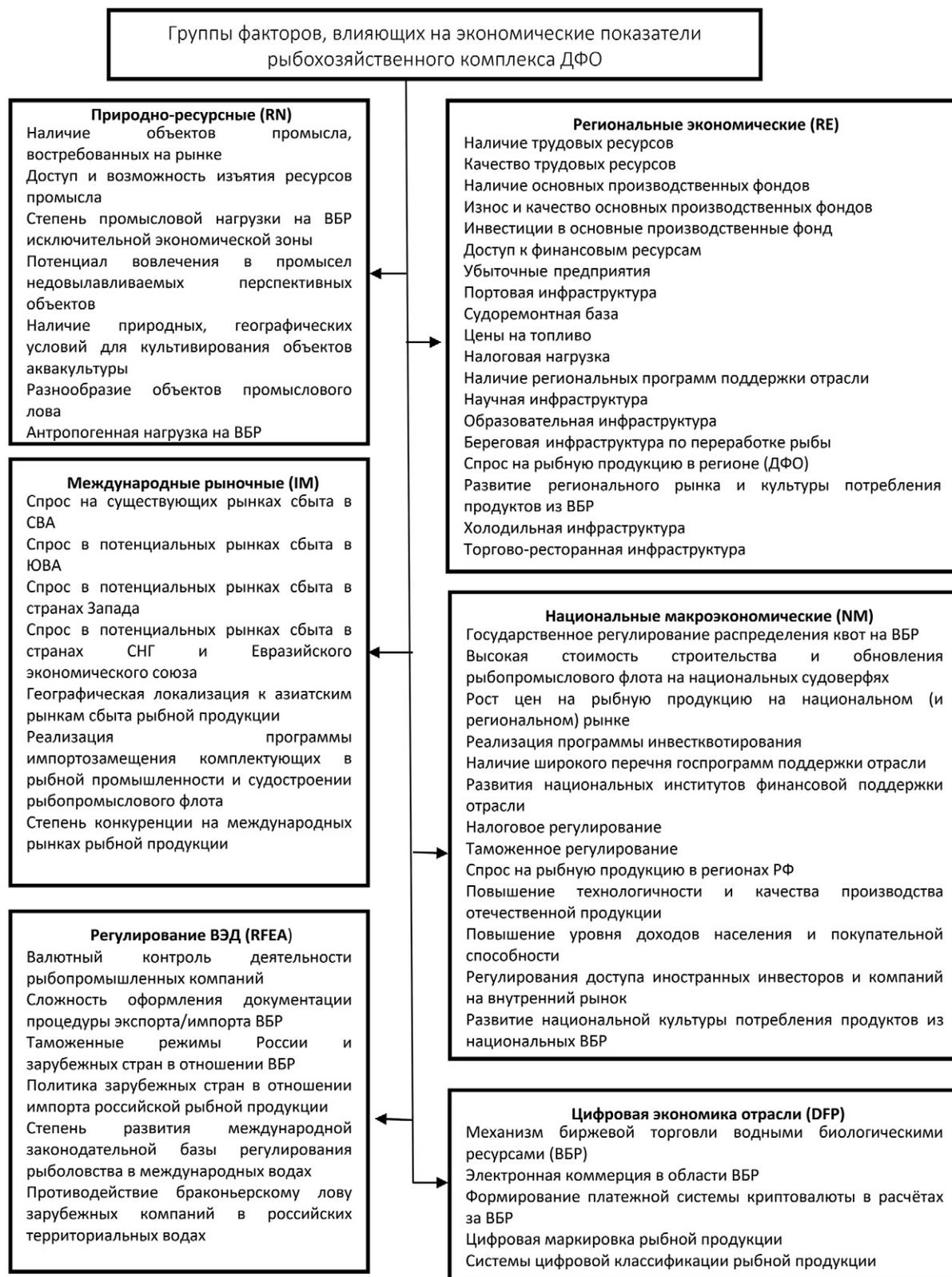


Рис. 1. Группы факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса ДФО

Fig. 1. Groups of factors affecting the economic indicators of the Far Eastern Federal District fisheries complex

Анализ может выполняться по нескольким алгоритмам: 1) на основе упрощенной модели с оценкой влияния каждого фактора на показатели рыбохозяйственного комплекса в целом (рис. 2 (А)); 2) включать углубленный анализ влияния различных факторов на экономических субъектов рыбохозяйственного комплекса, промышленное рыболовство (IF), организации рыбоводства (FF), прибрежные перерабатывающие предприятия и инфраструктуру (CP), торговые предприятия, занимающиеся сбытом рыбной продукции (RC) (рис. 2 (В)).

В данном исследовании анализ проводился на основе упрощенной модели. Для оценки выделенных групп факторов применялся метод экспертных оценок. В ходе исследования был разработан опросный лист со шкалой оценки факторов, влияющих на экономические показатели. В предлагаемой методике оценка выполнялась по шкале от -10 до +10 баллов. Шкала оценки содержит значения от -10 до 0 баллов - негативное влияние фактора на экономическое функционирование рыбохозяйственного комплекса ДФО; от 0 до +10 баллов - положительное влия-

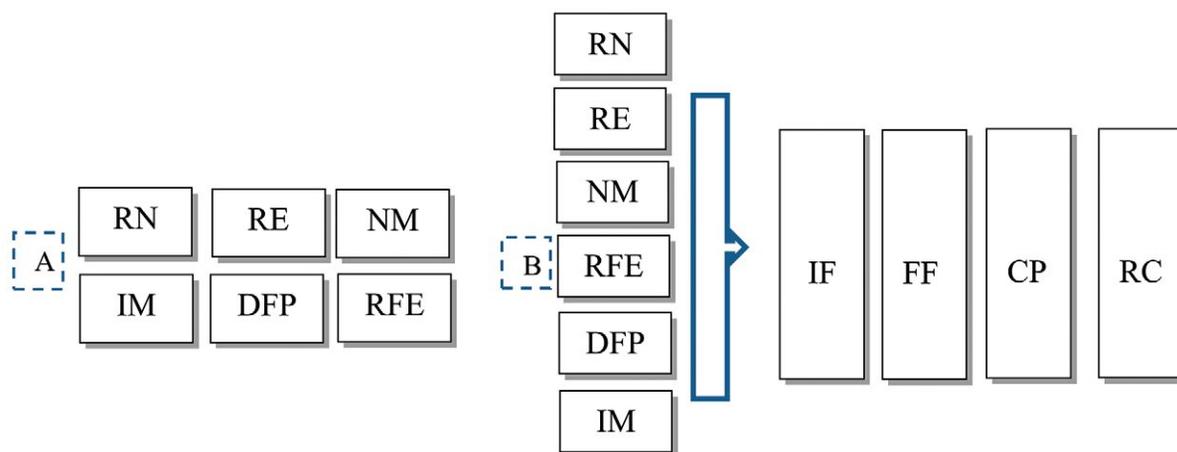


Рис. 2. Алгоритм оценки факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса ДФО  
 Fig. 2. Algorithm for assessing factors affecting the economic indicators of the Far Eastern Federal District fisheries complex

ние фактора, 0 – отсутствие влияния фактора. Факторы оценивались десятью экспертами, связанными с экономической деятельностью рыбохозяйственного комплекса. После проведения процедуры экспертных оценок рассчитывался средний балл из предоставленных оценок экспертов. На заключительном этапе вычислялся средний балл каждой группы факторов из количества показателей в каждой группе.

чие спроса и существующих рынков сбыта в США (17,5 баллов) и в страны ЮВА (15,5 баллов), так же высокий балл в категории – географическая локализация к азиатским рынкам сбыта рыбной продукции (17). В данной группе только один из показателей набрал отрицательное значение – наличие и степень конкуренции на международных рынках (-3,5).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ показал распределение результатов по следующей схеме, представленной на рис. 3. Наибольший балл набрали **международные факторы**. В данной группе оценивается влияние международных составляющих на рыбохозяйственный комплекс ДФО. В этой группе оценивается наличие рынков сбыта рыбной продукции в зарубежных странах, их географически выгодное расположение к Дальнему Востоку, спрос на рыбную продукцию в зарубежных странах, экспорт продукции с глубокой степенью переработки. При оценке данной группы наиболее высокий балл, положительно влияющий на рыбную отрасль, был выставлен в категории нали-



Рис. 3. Распределение степени влияния по группам факторов  
 Fig. 3. Distribution of the degree of influence by groups of factors

Группа природно-ресурсных факторов отражает востребованность в вылове объектов промысла с доступностью ресурсов промысла. При оценке данной группы наиболее высокий балл, положительно влияющий на рыбную отрасль, был выставлен в категории доступа и возможности изъятия ресурсов промысла (15,5). Далее из положительно влияющих на отрасль факторов является наличие объектов промысла, востребованных на рынке (14) и наличие природных, географических условий для культивирования широкого перечня объектов марикультуры (12). Из негативных – «антропогенная нагрузка на ВБР» (–6), далее следует степень промысловой нагрузки на водные биологические ресурсы исключительной экономической зоны (–1,5). Чрезмерная нагрузка на вылов водно-биологических ресурсов способствует угрозе мирового запаса рыбы и других водных объектов, что влияет на ухудшение состояния окружающей природной среды. Истощение рыбных запасов в дальнейшем может привести к серьёзной угрозе продовольственного обеспечения.

Группа факторов «цифровая экономика отрасли» показывает влияние биржевой торговли, электронной коммерции на рыбохозяйственный комплекс. В данной группе наиболее положительное влияние оказывают – развитие механизма биржевой торговли водными биологическими ресурсами и электронная коммерция в области ВБР, на эти факторы приходится по 8,5 баллов.

Цифровая экономика рыбохозяйственного комплекса является перспективным направлением. Например, малый сельскохозяйственный бизнес в настоящее время, в основном, является потребителем цифровых сервисов, нацеленных на решение проблем продвижения и сбыта продукции. Российский рынок цифровых технологий в сельском хозяйстве в 2018 г. составил 360 млрд руб., но по распространению цифровых технологий в сельском хозяйстве Россия отстаёт от развитых стран, по индексу цифровизации бизнеса в 2019 г. сельское хозяйство оказалось на последнем месте [Абдрахманова, Быховский, 2021]. Реализация рыбной продукции через механизм биржевых торгов позволяет сделать реализацию рыбной продукции более прозрачной, обеспечить свободный доступ к выловленному ресурсу.<sup>4</sup> Биржевые торги водными биологическими ресурсами влияют на формирование конкурентного ценообразования, о чём свидетельствует мировая практика.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Водные биоресурсы включают в план развития биржевой торговли. Российская газета. Федеральный выпуск: № 148(8796) / <https://rg.ru/2022/07/11/v-rossii-mozhet-poiavitsia-analog-zapadnoj-birzhi-prirodnih-resursov.html>

<sup>5</sup> Биржевая торговля ВБР. Мировая практика. Ассоциация добытчиков минтая. [https://fishnews.ru/\\_img/docs/268/birzhevaya-torgovlya-vbr.pdf](https://fishnews.ru/_img/docs/268/birzhevaya-torgovlya-vbr.pdf)

Группа региональных экономических факторов позволяет оценить востребованность трудовых ресурсов в организациях рыбохозяйственного комплекса ДФО, динамику численности рыбохозяйственных предприятий, показатели производственных фондов, финансовые показатели рыбохозяйственных организаций, уровень развития производственной, портовой инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса, спрос в регионе на рыбную продукцию.

При оценке данной группы наиболее высокий балл, положительно влияющий на рыбохозяйственный комплекс округа, был выставлен в категории наличие трудовых ресурсов (11,5), далее следуют: оборот организаций и образовательная инфраструктура, набравшие по 10,5 баллов. Из негативно влияющих составляющих наибольший балл приходится на рост цен на топливо (–7 баллов), качество основных производственных фондов (–9), характеризующихся высоким износом, на следующей позиции рост налоговой нагрузки и различных сборов (–7).

Группа факторов, относящихся к категории регулирование внешнеэкономической деятельности (ВЭД), определяет условия подготовки экспортной документации на продукцию рыболовства и рыбодства, степень развития международной законодательной базы регулирования рыболовства в международных водах, влияние валютных курсов на экономический результат рыбопромышленных компаний и политику зарубежных стран в отношении российской продукции рыболовства.

При оценке данной группы факторов из наиболее положительно влияющих на отрасль отмечается степень развития международной законодательной базы регулирования рыболовства в международных водах (8,5 баллов), затем качества и наличия пограничного контроля за ловом в российских территориальных водах зарубежных компаний (7,5).

При оценке факторов данной группы наиболее негативное влияние на рыбохозяйственный комплекс набрал показатель – сложность и условия оформления документации для экспорта (–9). Для экспортной процедуры в 2021 году были выданы 4512 сертификатов на 1161379,04 т рыбопродукции.<sup>6</sup> В настоящее время органы таможенного контроля импортирующей стороны осуществляют санитарный контроль, для ввоза рыбной продукции предъявляется широкий перечень требований к документации: ветеринарные сертификаты, сертификаты соответствия, свидетельство

<sup>6</sup> Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2021 году [https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi\\_raboty\\_rosrybolovstvo\\_za\\_2021\\_god.pdf](https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf)

о государственной регистрации пищевой продукции, сертификат качества, сертификат происхождения, свидетельство обеззараживания продукции, стандарты маркировки продукции, особый негативный эффект оказала ситуация с закрытием границ КНР, на который приходится основной объём экспорта ввиду эпидемии коронавирусной инфекции.<sup>7</sup>

На следующей позиции находится валютный контроль и его влияние на деятельность рыбопромышленного комплекса и политика зарубежных стран в отношении российской рыбной продукции, набравшие по (-4) балла.

Группа национальных факторов учитывает систему мер государственной поддержки инвестирования в организации рыбохозяйственного комплекса, возможность обновления рыбопромыслового флота, повышение продукции с глубокой проработкой, различные меры государственного регулирования отрасли.

При оценке данной группы наиболее высокий балл, положительно влияющий на экономические процессы, был выставлен в категории реализации программ инвестирования на развитие крупных рыболовных организаций (10), в данной группе преобладают негативно влияющие факторы на отрасль, из них больший балл набрал показатель высокой стоимости строительства и обновления рыбопромыслового флота на национальных судостроительных верфях (-20,5), а также таможенное регулирование (-9).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная методика позволила провести экспресс-анализ факторов, влияющих на экономические показатели рыбохозяйственного комплекса Дальневосточного федерального округа. Как показало проведенное исследование, наибольший балл набрали международные рыночные факторы, что является следствием влияния на отрасль спроса на существующих рынках сбыта в странах Северо-Восточной Азии и Юго-Восточной Азии, развитие торговых отношений с перспективными рынками. Менее выраженное влияние оказывают природно-ресурсные, цифровые, региональные экономические, регулирования ВЭД, национальные макроэкономические факторы. Полученные результаты носят предварительный дискуссионный характер, могут быть применены в последующих исследованиях анализа эффективности экономических процессов российского рыбохозяйственного комплекса.

<sup>7</sup> Дальневосточные компании развивают переработку рыбы в ответ на ограничение экспорта в КНР. URL: <https://fish.gov.ru/obzorsmi/2021/02/01/dalnevostochnyye-kompanii-razvivayut-pererabotkuryby-v-otvet-na-ogranichenie-eksporta-v-knr/> 26.11.2022.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Работа не имела дополнительного финансирования.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б. 2021. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // Докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 239 с.
- Бетин О.И., Труба А.С., Мухамедова Т.О. 2022. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура // Труды ВНИРО. Т. 188. С. 166–173.
- Бетин О.И., Дусаева Е.М., Труба А.С. 2020. Повышение конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса через реализацию стратегии развития // Труды ВНИРО. Т. 182. С. 151–165. DOI 10.36038/2307–3497–2020–182–151–165.
- Васильев А.М. 2013. Глубокая переработка уловов – фактор повышения экономической эффективности рыболовства // Отраслевая экономика. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. № 5 (29). С. 83–97.
- Васильев А.М. 2020. Новая доктрина продовольственной безопасности России: прогноз её выполнения в рыбной отрасли. Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения. Апатиты: ФИЦ КНЦ. С. 28–29.
- Волошин Г.А. 2022. Комплексный инструментальный управления рыбной отраслью в условиях новой экономической политики России // Труды ВНИРО. Т. 188. С. 174–181. DOI 10.36038/2307–3497–2022–188–174–181.
- Ворожбит О.Ю., Даниловских Т.Е., Кузьмичева И.А., Титова Н.Ю., Шашло Н.В. 2016. Рыбная промышленность Дальнего Востока России: современное состояние, проблемы и перспективы конкурентоспособности. Владивосток: Владивостокский ГУЭиС. 156 с.
- Вотинова Е.М., Вотинов М.В. 2017. Оценка современного состояния рыбной промышленности: статистический обзор и анализ ситуации // Вестник АГТУ. Серия Экономика. № 2. С. 50–58. DOI: 10.24143/2073–5537–2017–2–50–58.
- Еремينا М.Ю., Кожевина Е.А., Азунович Ю.А. 2019. Анализ влияния внешнеэкономической деятельности на развитие рыбной отрасли в Камчатском крае // Российский экономический интернет-журнал. № 3. С. 26.
- Колончин К.В. 2022. Развитие рыбохозяйственного комплекса России. Автореф. дисс. ... док. эконом. наук. М.: ФИЦ ВНИИЭСХ. 48 с.
- Латкин А.П. 2009. Управление предприятиями морехозяйственной специализации: монография. Владивосток: Дальнаука. 368 с.

## REFERENCES

- Лисиенко С.В., Иванко Н.С. 2020. Моделирование процессов ведения рыбодобывающей деятельности в многовидовой промысловой системе «промысловая зона рыбохозяйственного бассейна» при статической постановке оптимизационной задачи (на примере Северо-Курильской зоны Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна) // Морские интеллектуальные технологии. № 3–1(49). С. 253–259. DOI 10.37220/MIT.2020.49.3.034.
- Мнацаканян А.Г., Карлов А.М., Кузин В.И., Харин А.Г. О некоторых особенностях развития российского рыбного хозяйства в 2010–2019 гг. // Труды ВНИРО. 2021. Т. 183. С. 127–139.
- Носкова Е.В. 2013. Состояние, проблемы и перспективы развития конъюнктуры регионального рынка рыбопродуктов // Проблемы. Поиск. Решения. № 1 (280). С. 35–42.
- Салтыков М.А. 2021. Кластерный анализ в исследовании рыбной промышленности Дальнего Востока и рынков рыбной продукции Юго-Восточной Азии. Российская таможенная академия, Владивостокский филиал. Владивосток: ВФ ГКОУ ВО «РТА». 146 с.
- Салтыков М.А., Миускова Я.В. 2019. Методические аспекты разработки финансовой модели инновационного проекта в сегменте морских гидробиологических технологий // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. Т. 18. № 4. С. 458–482. DOI 10.15826/vestnik.2019.18.4.023.
- Салтыков М.А., Образцова Е.Ю. 2020. Оценка конкуренции в рыбной промышленности Дальневосточного федерального округа на основе анализа квот // Вестник Томского ГУ. Экономика. № 51. С. 88–109. DOI 10.17223/19988648/51/5.
- Сергеев Л.И. 2021. Обобщение положений и параметров стратегического развития рыбной отрасли // Труды ВНИРО. Т. 184. С. 169–189. DOI 10.36038/2307–3497–2021–184–169–189.
- Фисенко А.И., Салтыков М.А. 2020. Рыбопромышленный кластер: коэффициентный методический подход к оценке потенциала и возможности формирования на Дальнем Востоке России // Морские интеллектуальные технологии. № 1–2(47). С. 249–256. DOI 10.37220/MIT.2020.47.1.084.
- Barange M., Bahri T. 2018 Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper). P. 628.
- FAO. Rome. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Robinson L.M., Putten I. 2021. Understanding societal approval of the fishing industry and the influence of third-party sustainability certification Fish and Fisheries. Vol. 22 (6). P. 1213–1226. DOI: 10.1111/faf.12583
- Rousseau Y, Watson R.A., Blanchard J.L. and Fulton E.A. 2019 Evolution of global marine fishing fleets and the response of fished resources Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 116 (25) 12238–43.
- Abdrakhmanova G.I., Bykhovsky K.B. 2021. Digital transformation of industries: starting conditions and priorities // Rep. to XXII Apr. international scientific. conf. on the development of the economy and society. Moscow: Ed. House of the Higher School of Economics. 239 p. (in Russ.).
- Betin O.I., Truba A.S., Mukhamedova T.O. 2022. Fishery complex: concept, definition, structure // Trudy VNIRO. V. 188. P. 166–173(in Russ.).
- Betin O.I., Dusaeva E.M., Truba A.S. 2020. Improving the competitiveness of the fisheries sector in the implementation of the development strategy // Trudy VNIRO. V. 182. P. 151–165. DOI 10.36038/2307–3497–2020–182–151–165 (in Russ.).
- Vasiliev A.M. 2013. Deep processing of catches is a factor in increasing the economic efficiency of fishing // Sectoral economy. Economic and social change: facts, trends, forecast. № 5 (29). P. 83–97 (in Russ.).
- Vasiliev A.M. 2020. A new doctrine of food security in Russia: a forecast of its implementation in the fishing industry. North and Arctic in a new paradigm of world development. Luzin readings. Apatites: FIC KSC. P. 28–29 (in Russ.).
- Voloshin G.A. 2022. Integrated tools for managing the fishing industry in the context of the new economic policy of Russia // Trudy VNIRO. T. 188. P. 174–181. DOI 10.36038/2307–3497–2022–188–174–181 (in Russ.).
- Vorozhbit O. Yu., Danilovsky T.E., Kuzmicheva I.A., Titova N. Yu., Shashlo N.V. 2016. The fishing industry of the Russian Far East: the current state, problems and prospects for competitiveness. Vladivostok: Vladivostok SUE&S. 156 p. (in Russ.).
- Votinova E.M., Votinov M.V. 2017. Assessment of the current state of the fishing industry: statistical review and analysis of the situation // Vestnik ASTU. Ser. Economics. № 2. P. 50–58. DOI: 10.24143/2073–5537–2017–2–50–58 (in Russ.).
- Eremina M. Yu., Kozhevina E.A., Agunovich Yu.A. 2019. Analysis of the influence of foreign economic activity on the development of the fishing industry in the Kamchatka Territory // Russian Economic Online Journal. № 3. P. 26 (in Russ.).
- Kolonchin K.V. 2022. Development of the fishery complex of Russia. Abstr. Diss. Dr of Science in Economics. Moscow, 48 p. (in Russ.).
- Latkin A.P. 2009. Management of enterprises of economic specialization: monograph. Vladivostok: Dalnauka. 368 p. (in Russ.).
- Lisenko S.V., Ivanko N.S. 2020. Modeling of Fishing Activities in the Multi-Species Fishing System «Fishery Basin Fishing Zone» in the Static Setting of the Optimization Task (Using the Example of the North Kuril Zone of the Far Eastern Fishery Basin) // Marine Intelligent Technologies. № 3–1(49). P. 253–259. DOI 10.37220/MIT.2020.49.3.034 (in Russ.).
- Mnatsakanyan A.G., Karlov A.M., Kuzin B.I., Kharin A.G. On some features of the development of Russian fisheries in 2010–2019 // Trudy VNIRO. 2021. Т. 183. P. 127–139 (in Russ.).

- Noskova E.V.* 2013. The state, problems and prospects for the development of the regional market for fish products // *Problems. Search. Solutions.* № 1 (280). S.35–42 (in Russ.).
- Saltykov M.A.* Cluster analysis in the study of the fishing industry of the Far East and fish markets in Southeast Asia. Russian Customs Academy, Vladivostok Branch. Vladivostok: Vladivostok branch of SEIHE «Russian Customs Academy» 2021. 146 p. (in Russ.).
- Saltykov M.A., Miuskova Y.V.* 2019. Methodological aspects of the development of a financial model of an innovative project in the segment of marine hydrobiological technologies // *Bulletin of UrFU. Series: Economics and Governance.* T. 18. № 4. P. 458–482. DOI 10.15826/vestnik.2019.18.4.023 (in Russ.).
- Saltykov M.A. Obraztsova E. Yu.* 2020. Assessment of competition in the fishing industry of the Far Eastern Federal District based on the analysis of quotas // *Tomsk SU Journal of Economics.* № 51. P. 88–109. DOI 10.17223/19988648/51/5 (in Russ.).
- Sergeev L.I.* 2021. Summary of the provisions and parameters of the strategic development of the fishing industry // *Trudy VNIRO.* T. 184. P. 169–189. DOI 10.36038/2307–3497–2021–184–169–189 (in Russ.).
- Fisenko A.I., Saltykov M.A.* 2020. Fishing cluster: a coefficient methodological approach to assessing the potential and possibility of formation in the Russian Far East // *Marine intelligent technologies.* № 1–2(47). P. 249–256. DOI 10.37220/MIT.2020.47.1.084 (in Russ.).
- Barange M., Bahri T.* 2018 Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper). p 628.
- FAO. Rome.* 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Robinson L.M., Putten I.* 2021. Understanding societal approval of the fishing industry and the influence of third-party sustainability certification *Fish and Fisheries.* Vol. 22 (6). P. 1213–1226. DOI: 10.1111/faf.12583
- Rousseau Y, Watson R.A., Blanchard J.L. and Fulton E.A.* 2019 Evolution of global marine fishing fleets and the response of fished resources *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 116 (25) 12238–43

Поступила в редакцию 10.07.2022 г.  
Принята после рецензии 17.11.2022 г.



## Экономика, международное сотрудничество и нормативные правовые основы рыбохозяйственной деятельности / Economics, international cooperation and regulatory bases of fisheries management

# Состояние и перспективы развития рынка комбикормов для индустриальной аквакультуры в Российской Федерации

Г.В. Волошин, Е.Б. Акимов, Р.В. Артемов, В.В. Гершунская

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, 19, Москва, 105187  
E-mail: akimov@vniro.ru

**Цель работы:** исследовать обеспеченность внутреннего рынка комбикормами для выращивания ценных видов рыб.

**Материалы и методы:** в работе были использованы официальные данные, опубликованные Федеральной службой государственной статистики о ценообразовании и объёмах производства и импорта кормов. Методы экстраполяции и системного анализа позволили определить перспективы производства рыбных комбикормов в России и барьеры, которые необходимо преодолеть.

**Результаты исследования.** Даны предложения по дальнейшему развитию производства рыбных комбикормов в Российской Федерации с учётом использования научного потенциала отраслевой науки и мер государственной поддержки. Выполнен прогноз развития кормопроизводства до 2030 года, на основе которого были определены потребности в комбикормах, предназначенных для выращивания высокоценных видов рыб – лососевых, осетровых и др. Особое внимание уделено качеству кормов в результате совершенствования технологии их изготовления, применение рыбной муки, а также концентратов растительного и животного происхождения. Определена ёмкость рынка в условиях в потребности комбикормов на долгосрочный период с учётом их возможного экспорта и импорта. При этом основное внимание отводится производству отечественных комбикормов, особенно для выращивания высокоценных видов рыб, приобретаемых в настоящее время по импорту. Предложены меры государственной поддержки, направленных на строительство и модернизацию предприятий по производству кормов для ценных видов рыб.

**Практическая значимость** заключается в возможности использования результатов исследования для того, чтобы укрепить лидирующие позиции отечественных комбикормовых заводов и обеспечить достойную конкуренцию отечественных комбикормов с импортными аналогами.

**Ключевые слова:** индустриальная аквакультура, лососеводство, комбикорма, прогноз развития рынка, рыбная мука.

## The state and prospects of development of the feed market for industrial aquaculture in the Russian Federation

Grigoriy A. Voloshin, Evgeniy B. Akimov, Roman V. Artemov, Valeria V. Gershunskaya

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**The purpose of the work:** to investigate the provision of the domestic market with compound feeds for the cultivation of valuable fish species.

**Materials and methods:** official data published by the Federal State Statistics Service on pricing and volumes of production and import of feed were used in the work. The methods of extrapolation and system analysis made it possible to determine the prospects for the production of fish feed in Russia and the barriers that need to be overcome.

**The results** of the study. Proposals are given for the further development of the production of mixed fish feeds in the Russian Federation, taking into account the use of the scientific potential of branch science and state support measures. The forecast of the development of feed production until 2030 was made, on the basis of which the needs for compound feeds intended for the cultivation of high-value fish species – salmon, sturgeon, etc. were determined. Special attention is paid to the quality of feed as a result of improving the technology of their manufacture, the use of fishmeal, as well as concentrates of vegetable and animal origin. The market capacity has been determined in terms of the need for compound feeds for a long-term period, taking into account their possible export and import. At the same time, the main attention is paid to the production of domestic compound feeds, especially for the cultivation of high-value fish species currently purchased by import. The measures of state support aimed at the construction and modernization of enterprises for the production of feed for valuable fish species are proposed.

**The practical significance** lies in the possibility of using the results of the study in order to strengthen the leading positions of domestic feed mills and ensure decent competition of domestic feed with imported analogues.

**Keywords:** industrial aquaculture, salmon farming, compound feed, market forecast, fish meal.

## ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура является наиболее динамично развивающейся отраслью сельского хозяйства Российской Федерации. За период с 2010 по 2021 гг. объем товарного рыбоводства в России увеличился в 2,6 раза [Акимов, 2021; Колончин и др., 2022]. Причём ускоренное развитие товарной аквакультуры зафиксировано за последние 4 года (2018–2021 гг.) – 49,3%, а среднегодовой темп роста составил 14,3% (рис. 1).



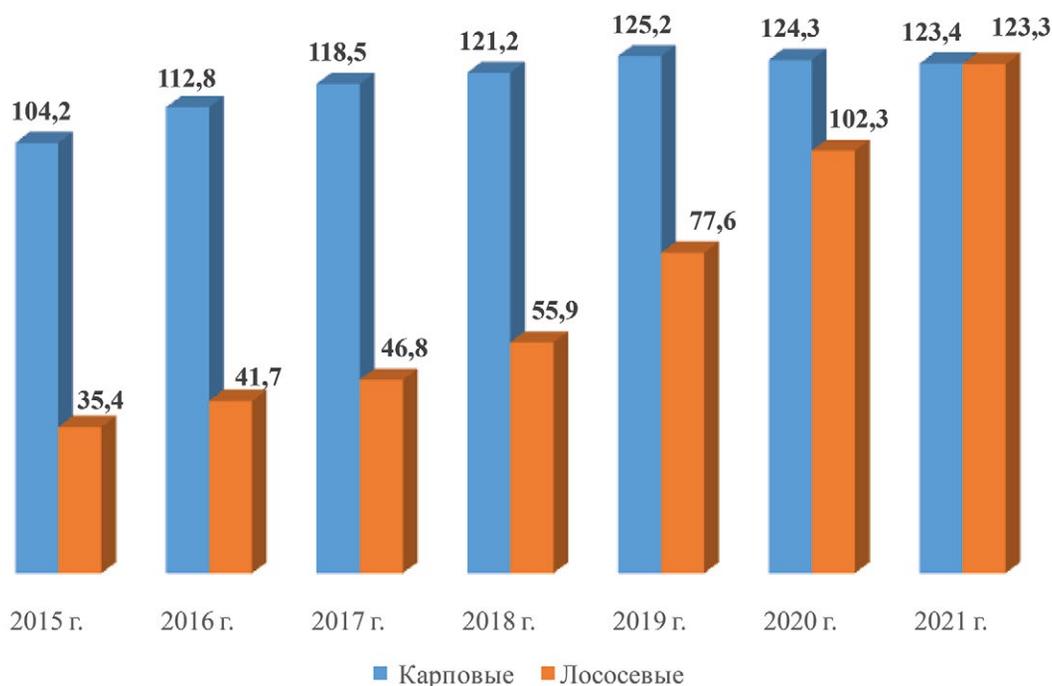
**Рис. 1.** Динамика объема российского производства продукции товарного рыбоводства (с рыбопосадочным материалом) за 2015–2021 гг., тыс. т

**Fig. 1.** Dynamics of the volume of Russian production of commercial fish farming products (with fish planting material) for 2015–2021, thousand tons

Достаточно продолжительное время основными объектами товарного выращивания являлись карповые виды (в среднем около 118 тыс. т). Однако с развитием индустриального рыбоводства стала выражена положительная тенденция в изменении видовой структуры за счёт увеличения объёмов производства лососевых видов рыб (рис. 2).

Объёмы выращивания лососевых рыб в 2021 году по отношению к 2020 г. увеличились на 20,5% или на 21 тыс. т в натуральном выражении. При этом, с 2015 года, с начала политики импортозамещения объёмы продукции из лососевых увеличились в 3,5 раза с 35,4 тыс. тонн до 123,3 тыс. т. Также необходимо отметить, что, если в 2015 году на лососевых приходилось 23% в общей структуре российского рыбоводства, то в 2021 году доля лососевых составила 38,6%.

Несмотря на богатые российские водные ресурсы, которые можно использовать в качестве приёмных мощностей для производства товарной рыбы, в настоящее время в связи с происходящими процессами в экономике и обществе все больший интерес вызывает развитие аквакультурных проектов на основе установок замкнутого цикла и садкового выращивания рыбы, так называемое индустриальное рыбоводство. К важнейшим преимуществам индустриальных рыбоводных систем относится их высокая продуктивность: до 200 т/га при выращивании рыб в садках и 1500 т/га в системах с оборотным водоснабжением.



**Рис. 2.** Динамика производства (выращивания) карповых и лососевых видов рыб за 2015–2021 гг., тыс. тонн

**Fig. 2.** Dynamics of production (cultivation) of carp and salmon fish species for 2015–2021, thousand tons

ем.<sup>1</sup> Подобный уровень достигается за счёт высоких плотностей посадки, выращивания высокопродуктивных пород и кроссов рыб, использования благоприятного температурного режима, рационального кормления и применения высокоэффективных комбикормов. В настоящее время недостаточное развитие российского производства высококачественных экструдированных комбикормов для ценных видов рыб является одним из главных сдерживающих факторов для отечественного индустриального рыбоводства.

Целью настоящей работы является исследование обеспеченности внутреннего рынка комбикормами для выращивания ценных видов рыб.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В советский период производство комбикормов для выращивания товарной рыбы имело первостепенное значение. Для выращивания 190 тыс. тонн товарной рыбы в 1990 году рыбоводные предприятия израсходовали 536 тыс. т рыбных комбикормов, из них от комбикормовых заводов, 503 тыс. тонн производственных рыбных кормов, остальные 33 тыс. тонн – собственного производства рыбоводных предприятий. Во многом благодаря появлению и активному применению этих кормов в стране была решена проблема производства достаточного количества рыбопосадочного материала и становления индустриального рыбоводства на тёплых водах [Михелис, 1979].

В начале 21 века на юге России активно внедрялись локальные технологии производства комбикормов отечественными производителями. Прудовые хозяйства, будучи интегрированными в систему сельскохозяйственного производства, в том числе крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ), индивидуальные предприниматели (ИП) обладали значительными объёмами кормового сырья (пшеницы, подсолнечника, сои) и с использованием белковых добавок, витаминных и минеральных премиксов производили комбикорма на местах. В прудовых хозяйствах (ООО р/к им. Абрамова, СПК «Синюхинский», ООО «Староминский рыбхоз», СПК «Шапариевский», СПК «Рыбный» ООО «Рязаньрыбпром» и целый ряд других) было организовано производство комбикормов в мини-цехах производительностью 250–1000 кг/час [Скляр, 2015]. Основной объём выпуска в кормоцехах при рыбоводных хозяйствах составляли корма для карповых видов рыб.

Сегодня в России на рынке представлены два вида рыбных кормов – гранулированные и экструдированные. В рыбоводных хозяйствах карпа кормят

как промышленно изготовленными гранулированными комбикормами, так и зерном, и отходами производства масличных культур и зернопроизводства. Анализ работы отечественных комбикормовых заводов сельскохозяйственного назначения показал, что большинство из них производят корма для сельскохозяйственных животных, и гранулированные корма для товарного рыбоводства, по конкретным заказам рыбоводных хозяйств. В основном производятся три вида гранулированного корма для карпа КРК – 111 (31 руб/кг), КС – 87–89 (20,0 руб/кг), КРК – 110–1 (40 руб/кг) соответственно. Их состав базируется на научных разработках 50–70 гг. прошлого века. Практически все предприятия используют устаревшую технологию сухого прессования (гранулирование с помощью пара). Эти технологии абсолютно не подходят для наиболее ценных объектов аквакультуры – лососевых и осетровых видов рыб и поэтому требуют замены.

В настоящее время на территории Российской Федерации существует порядка 10 крупных заводов, выпускающих экструдированные комбикорма для ценных видов рыб: ОАО «Акварекс» (г. Тверь), ООО «Лимкорм» (Белгородская область), ООО НПК «Акватех» (Новосибирская область), АО «Гатчинский ККЗ» (Ленинградская область), ООО НПК «Далькорм» (г. Владивосток), ООО «Прометрика» (г. Саратов), ООО «АгроМатик» (Нижегородская область), ГК «Карельские рыбные заводы» (Республика Карелия), ООО «БИФФ» (Астраханская область), ООО «Фаворит» (Московская область). Применение современных технологий и оборудования на этих предприятиях стало одним из факторов принципиального изменения качества рыбных комбикормов.

Однако уровень использования производственных мощностей для рыбных комбикормов на вышеуказанных предприятиях составляет 15–30%, суммарный объём производства не более 25 тыс. т в год, или 15–20% от общей потребности в кормах для выращивания высокоценных видов рыб. Основными причинами этого является нехватка качественных кормовых компонентов, прежде всего высокопротеиновой рыбной муки, а также ориентация заводов на производство высокомаржинальных кормов для непродуктивных (домашних) животных.

Существенной проблемой является и то, что российские предприятия как правило не имеют научно-производственной базы, на которой возможно оперативно вводить в рецептуры комбикормов новые кормовые компоненты и проводить биологические испытания полученных кормов. Отработка новых рецептур влечёт за собой колоссальный расход сырья, поскольку

<sup>1</sup> <http://aquacultura.org/technology/industrialnaya-akvakultura/>

ку технологическое оборудование кормовых заводов имеет высокую производительность – до 8 т/час и не позволяет изготавливать небольшие партии, необходимые для проведения рыбоводных испытаний.

На российском рынке до последнего времени были широко представлены комбикорма зарубежных производителей таких, как БиоМар (Дания), Аллер Аква (Дания), Скреттинг (Нидерланды), Райсиоаква (Финляндия) и др. Комбикорма этих производителей характеризовались высоким качеством сырья и весьма гибкими привлекательными для рыбоводных хозяйств условиями поставок. В состав таких комбикормов входит широкий спектр компонентов животного и растительного происхождения, витаминов, пре- и пробиотиков, а показатели питательной ценности имеют большую вариативность в зависимости от видовой, возрастной специфики и технологий выращивания конкретного объекта аквакультуры. Все это обеспечивает минимальный расход корма (0,8–1,2 т) на единицу прироста рыбы.

2030 года,<sup>3</sup> утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 г. № 2798-р к 2030 году объем производства продукции товарной аквакультуры (включая посадочный материал) должен составить 618 тыс. тонн, а среднегодовой темп роста за 2022–2030 гг. быть на уровне 6,7%. В части выращивания лососевых видов рыб по технологии индустриальной и пастбищной аквакультуры в Дальневосточном и Северо-Западном округах дополнительный объем товарного изъятия должен быть не менее 220 тыс. тонн.

На основе временного тренда за период 2015–2021 гг. авторами методом экстраполяции спрогнозирован объем производства товарной аквакультуры до 2030 года (рис. 3). В этом случае среднегодовой темп роста объема производства товарной аквакультуры составил 6,6%, а ряд динамики подчиняется линейному уравнению тренда:

Модель позволила определить увеличение объема выращивания товарной аквакультуры с 205 тыс. тонн

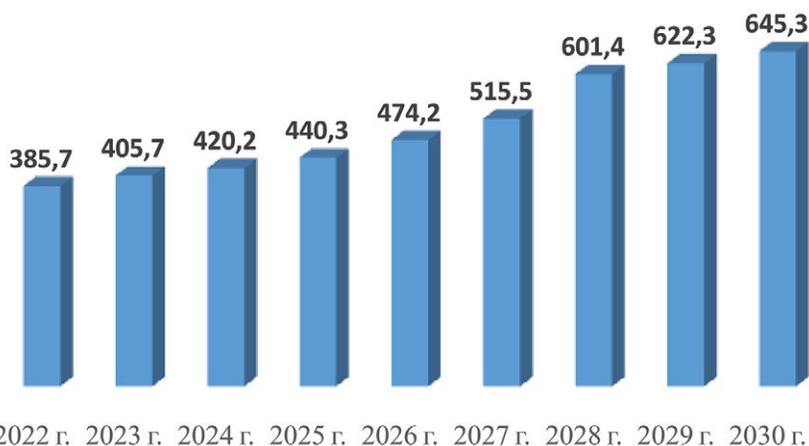


Рис. 3. Прогноз производства продукции аквакультуры (с рыбопосадочным материалом) на 2022–2030 гг., тыс. тонн  
Fig. 3. Forecast of aquaculture production (with fish planting material) for 2022–2030, thousand tons

Всего в 2021 году в Российской Федерации, согласно данным Росстата, было произведено 24,7 тыс. тонн комбикормов рыб<sup>2</sup>. Объем экструдированных комбикормов зарубежного производства, которые использовались для выращивания ценных видов рыб составил по экспертным оценкам от 120 [О развитии и поддержке аквакультуры..., 2020] до 170 тыс. тонн.<sup>2</sup>

Согласно Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до

в 2016 г. до 645,3 тыс. тонн в 2030 году или в 3,1 раза, в том числе до 280,5 тыс. тонн лососевых видов рыб. Это соответствует ёмкости внутреннего рынка, который на основе уровня импорта лососевых в досанкционный период (2014 год) составлял 250–300 тыс. тонн. Активное развитие товарного рыбоводства предполагается за счёт внедрения инновационных технологий выращивания рыбы (УЗВ-технологии), увеличения объемов производства и повышения ка-

<sup>2</sup> <https://fish.gov.ru/news/2022/03/15/rosrybolovstvo-podgotovilo-predlozheniya-po-meram-podderzhki-razvitiya-otechestvennogo-proizvodstva-rybnyh-kormov/>

<sup>3</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 года № 2798-р «Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года и плана мероприятий по ее реализации». Доступно через: <https://docs.cntd.ru/document/563879849?marker=6580IP>



**Рис. 4.** Прогноз выращивания товарного карповых и лососевых видов рыб на 2022–2030 гг., тыс. тонн

**Fig. 4.** Forecast of commercial carp and salmon fish species cultivation for 2022–2030, thousand tons

чества кормов, совершенствования системы воспроизводства рыбопосадочного материала, увеличения государственной поддержки.

Данные прогноза по основным объектам выращивания (рис. 4) демонстрируют положительные тенденции в изменении видовой структуры производства продукции товарной аквакультуры и дальнейшее переориентирование на более ценные виды рыб. Ожидается увеличение объемов выращивания лососевых – их доля к 2030 году составит 43,5% от общего объема товарной аквакультуры. Что же касается выращивания традиционного объекта – карпа, то прогнозируется рост его производства не более чем на 20% от текущего.

При увеличении объема выращивания карповых видов рыб в 2030 году до 164,6 тыс. т, потребность в кормах по сравнению с 2021 г увеличится на 33,5%, или 165 тыс. т в натуральном выражении. Что же касается лососевых видов рыб, то объем их выращивания к 2030 г. возрастет до 280,5 тыс. тонн, а необходимый объем экстрадированных комбикормов составит 337 тыс. т.

В связи с имеющимися перспективами особенно внимания заслуживает вопрос количества и качества отечественной кормовой рыбной муки, по-прежнему являющейся неотъемлемым компонентом кормов для хищных видов рыб. В России в 2021 году было произведено свыше 140 тыс. тонн рыбной муки.<sup>4</sup> Однако более высокие экспортные цены по сравнению с ценами внутреннего рынка до последнего времени служили главной причиной продажи не менее

<sup>4</sup> [https://soyaneews.info/news/proizvodstvo\\_rybnoy\\_muki\\_v\\_rossii\\_za\\_god\\_vyroslo\\_na\\_11-5.html](https://soyaneews.info/news/proizvodstvo_rybnoy_muki_v_rossii_za_god_vyroslo_na_11-5.html)

<sup>5</sup> <https://internetl-law.ru>

60% объемов рыбной муки в основном в Китай и Корею [Агеев, 2018].

Следует подчеркнуть, что в мировой практике к кормовой рыбной муке для объектов аквакультуры предъявляются более строгие требования по показателям качества, чем к муке, используемой для нужд свиноводства и птицеводства (табл. 1). В российском стандарте ГОСТ 2116–2000 «Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия»<sup>5</sup> указаны общие требования к кормовой рыбной муке, предназначенной для выработки комбикормов для кормления сельскохозяйственных животных, птиц и пушных зверей, а отдельных нормативов по муке для рыбных комбикормов в указанном документе нет. В 2018 г. сотрудники ВНИРО провели анализ рыбной муки, изготовленной на 42 российских судах, который показал, что она на 100% соответствует ГОСТ 2116–2000, однако лишь в 30% случаев отечественная рыбная мука имеет показатели качества, позволяющие использовать ее при изготовлении комбикормов для объектов аквакультуры [Артемов и др., 2019].

Таким образом, только 15–20 тыс. тонн имеющейся на рынке кормовой рыбной муки подходит по качеству для использования в кормах для объектов аквакультуры. Однако ситуацию можно исправить при доработке и изменению технологических режимов изготовления рыбной муки. По расчётам технологов ВНИРО, до 90% отечественной рыбной муки можно улучшить до качества, отвечающему современному уровню требований.

Растущие потребности в рыбной муке в сельском хозяйстве (животноводство, птицеводство), а также

Таблица 1. Требования к показателям качества кормовой рыбной муки  
 Table 1. Requirements for quality indicators of feed fish meal

Показатели качества	Требования ГОСТ 2116	Требования для аквакультуры
Массовая доля сырого протеина, %	не менее 50	не менее 65
Массовая доля жира, %	не более 14	не более 12
Массовая доля влаги, %	не более 12	не более 8
Массовая доля золы, %	<b>не нормируется</b>	не более 17%
Содержание азота летучих оснований, мг/100 г	<b>не нормируется</b>	не более 180
Содержание гистамина, мг/кг	<b>не нормируется</b>	не более 50
Кислотное число жира, мг КОН/г	не более 55	не более 20
Перекисное число жира	<b>не нормируется</b>	не более 0,1
Перевариваемость белка, %	<b>не нормируется</b>	не менее 85

в аквакультуре в качестве белковой добавки в комбикормах ставят вопрос о необходимости производства рыбной муки, из отходов и обрезков рыбы, возникающих при её разделке. В настоящее время на Дальнем Востоке и на Севере в рамках программы инвестквот строятся и вводятся в эксплуатацию современные рыбоперерабатывающие заводы с большими мощностями по производству муки. По оценкам, выполненным на основе методики формирования информации об использовании водных биоресурсов в экономике России сырьевое обеспечение производства рыбной муки предполагается за счёт рыбных отходов, которые в 2019 году составили 1 млн тонн. С учётом переводного коэффициента расхода сырья на единицу готовой продукции по видам обработки водных биологических ресурсов – 5,0 – выход кормовой муки из отходов может составить 200 тыс. тонн, что будет способствовать росту производства комбикормов в размере 500 тыс. тонн. В этом случае объем производства высокоценных видов рыб (осетровые и лососевые) составит 417 тыс. тонн, стоимость продукции будет 291,9 млрд руб., прибыль составит 58,4 млрд руб. при рентабельности продукции 25%.

Перспективными продуктами, способными частично восполнить недостаток кормовой рыбной муки, являются протеины из насекомых, продукты микробиологического синтеза, концентраты растительных белков. В Российской Федерации существует ряд компаний, которые реализуют проекты по созданию крупномасштабных производств по получению белка из личинки мухи чёрной львинки, микробиального белка из природного газа, концентратов белков растительного (горох, подсолнечник, люпин) и животного (мясная, мясокостная, ферментированная перьевая мука) происхождения. Проведены исследования по введению указанных компонентов в рецептуры стартовых и производственных комбикормов для различных видов

рыб, которые показали эффективность их использования [Артемов и др., 2020].

Резервы дальнейшего развития кормопроизводства находятся в переходе на новые технологии производства кормов в связи с увеличением объёмов выращивания высокоценных рыб (лососевых, осетровых), что в свою очередь требует модернизации производства и возможностей получения эффективных комбикормов на основе научных исследований новых кормовых компонентов. Важное значение приобретают вопросы повышения производственной мощности и финансовой устойчивости комбикормовых заводов. Главное здесь повышение ритмичности работы и удешевление стоимости кормов.

Признавая объективную целесообразность временного присутствия на отечественном рынке отдельных видов импортных комбикормов, стратегически неверно строить на этом политику дальнейшего развития рыбоводства в России. Переход на импортные корма, с одной стороны, стимулировал развитие отечественного индустриального форелеводства и осетроводства, с другой – способствовал упадку собственного кормопроизводства для данных объектов.

Для стимулирования частных инвестиций в создание предприятий по производству рыбных кормов в целях снижения зависимости отечественных рыбоводных хозяйств от импорта можно рассмотреть введение таких мер господдержки как возмещение части капитальных затрат на строительство или модернизацию предприятий по производству рыбных кормов; субсидии на возмещение понесённых затрат на приобретение оборудования для создания или модернизации предприятий по производству рыбных кормов; транспортные субсидии на доставку компонентов комбикормов (в первую очередь, рыбной муки и рыбного жира) до комбикормовых заводов; возмещение

части затрат рыбоводным предприятиям на покупку кормов российского производства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у рыбоводных хозяйств по производству ценных видов рыб потребность в специализированных кормах в настоящее время составляет около 150 тыс. тонн, а с учётом темпов развития к 2030 г достигнет около 300 тыс. тонн в год. В отрасли функционируют около 10 предприятий, которые выпускают экструдированные комбикорма для ценных видов рыб, но объёмы производства на них на данный момент незначительны. Одной из главных причин является отсутствие качественных кормовых компонентов, а именно отечественной рыбной муки с содержанием протеина выше 70%. В сложившейся ситуации необходимы срочные меры по повышению качества и конкурентоспособности отечественных кормов. Это значит, что для увеличения производства кормов необходимо модернизировать комбикормовые заводы, требуются новые технологии и оборудование, а также необходима государственная поддержка. В качестве меры господдержки в товарном рыбоводстве помимо льготного кредитования (кредитная поддержка на строительство, реконструкцию и модернизацию производства, на приобретение оборудования, закупку качественного сырья), требуется развитие механизмов и способов субсидирования прямых капитальных затрат на модернизацию и строительство предприятий по производству кормов для ценных видов рыб.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы были соблюдены.

## Финансирование

Работа выполнена в рамках Государственного задания Росрыболовства № 076–00007–22–00.

## ЛИТЕРАТУРА

- Агеев А. В. 2018. Состояние и перспективы мирового и отечественного производства кормов для объектов аквакультуры, производства и потребления рыбной муки // Рыбное хозяйство. Вып. 5. С. 81–85
- Акимов Е. Б. 2021. Производство комбикормов для выращивания ценных видов рыб — главная задача аквакультуры России // Вестник Академии знаний. № 47(6). С. 20–24.

Артемов Р. В., Бурлаченко И. В., Бочкарев А. И., Баскакова Ю. А. 2019. О путях повышения качества кормовой рыбной муки для нужд аквакультуры в Российской Федерации // Труды ВНИРО. Т. 176. С. 153–159

Артемов Р. В., Бурлаченко И. В., Гершунская В. В. 2020. Актуальные задачи научного обеспечения кормопроизводства для развития индустриальной аквакультуры в Российской Федерации // Рыбоводство. № 3–4. С. 47–49.

Кац Е. С., Нарышкин А. А. 2020. О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. М.: Росинформагротех. С. 164

Колончин К. В., Серегин С. Н., Горбунова М. А. 2022. Возможные направления решения проблемы обеспечения новых требований потребления рыбной продукции // Труды ВНИРО. Т. 187. С. 170–179.

Михелис Т. П. 1979. Экономические вопросы развития производства кормов для товарного рыбоводства. Автореф. ... канд. экон. наук. Москва: ВЗИПП. С. 29.

Скляр В. Я. 2015. Научное обеспечение, резервы развития аквакультуры юга России // Рыбное хозяйство. № 5, С. 55–60

## REFERENCES

- Ageev A. V. 2018. The state and prospects of global and domestic production of feed for aquaculture facilities, production and consumption of fish meal // Fisheries. Iss. 5. P. 81–85
- Akimov E. B. 2021. The production of compound feeds for the cultivation of valuable fish species is the main task of aquaculture in Russia // Bull. of the Academy of Knowledge. No. 47(6). P. 20–24.
- Artemov R. V., Burlachenko I. V., Bochkarev A. I., Baskakova Yu. A. 2019. On ways to improve the quality of feed fish meal for the needs of aquaculture in the Russian Federation // Trudy VNIRO. V. 176. P. 153–159
- Artemov R. V., Burlachenko I. V., Gershunskaya V. V. 2020. Actual tasks of scientific support of feed production for the development of industrial aquaculture in the Russian Federation // Fish farming. No. 3–4. P. 47–49.
- Katz E. S., Naryshkin A. A. 2020. On the development and support of aquaculture (fish farming) in the Russian Federation. Moscow: Rosinformagrotech. p. 164
- Kolonchin K. V., Seregin S. N., Gorbunova M. A. 2022. Possible directions for solving the problem of ensuring new requirements for the consumption of fish products // Trudy VNIRO. V. 187. P. 170–179.
- Michelis T. P. 1979. Economic issues of the development of feed production for commercial fish farming. PhD Abstr. Moscow: VZIPP. 29 p.
- Sklyarov V. Ya. 2015. Scientific support, reserves for the development of aquaculture in the South of Russia // Fisheries. № 5, С. 55–60.

Поступила в редакцию 17.10.2022 г.  
Принята после рецензии 01.12.2022 г.



**Экономика, международное сотрудничество и нормативные правовые основы  
рыбохозяйственной деятельности / Economics, international cooperation and regulatory  
bases of fisheries management**

## **Реализация принципов экономики замкнутого цикла в рыбохозяйственном комплексе РФ как необходимый элемент достижения национальных целей**

А.М. Авдонина<sup>1</sup>, А.И. Никифоров<sup>2</sup>, А.С. Задворкин<sup>2</sup>, С.Ю. Фомина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (ФГБОУ ВО «РАНХиГС»), пр. Вернадского, д.82–84, Москва, 119571

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), проезд Окружной, д.19, Москва, 105187  
E-mail: aam-19–2015@yandex.ru

**Целью** работы является анализ возможностей внедрения принципов экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) в рыбохозяйственном комплексе РФ, в том числе, для достижения национальных целей.

**Используемые методы:** Для оценки ситуации по обращению с отходами в указанной отрасли, выявления предпосылок для внедрения принципов экономики замкнутого цикла проведен SWOT-анализ. В работе с информационными источниками использованы монографический, сравнительно-описательный методы.

**Новизна:** элементами новизны представленного исследования является выявление возможностей и угроз для формирования замкнутых циклов обращения сырья и отходов в рыбохозяйственных системах.

**Результаты:** выявлена необходимость перехода от линейной экономики к экономике замкнутого цикла в рассматриваемой отрасли в свете достижения национальных целей РФ, показаны необходимые для этого шаги. Сделан вывод о значении такого перехода для РФ.

**Практическую значимость** результаты исследования имеют как для специалистов-биологов, менеджеров, экономистов, так и для предпринимательского сообщества.

**Ключевые слова:** экономика замкнутого цикла (ЭЗЦ), рыбохозяйственный комплекс, национальные цели, национальный проект «Экология», твёрдые коммунальные отходы (ТКО), отходы.

## **Implementation of the principles of the circular (closed-loop) economy in the fisheries industry of the Russian Federation as a necessary component for achieving national goals**

Alexandra M. Avdonina<sup>1</sup>, Andrey I. Nikiforov<sup>2</sup>, Alexander Zadvorkin<sup>2</sup>, Svetlana Yu. Fomina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration («RANEPA»), 82–84, Vernadsky Avenue, Moscow, 119571, Russia

<sup>2</sup>Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**The purpose** of the work is to analyze the possibilities of implementing the principles of closed-loop economics in the fisheries industry of the Russian Federation, including for achieving national goals.

**Methods:** A SWOT analysis was carried out to assess the waste management situation in the specified industry and to identify the prerequisites for the introduction of the principles of the closed-cycle economy. Monographic, comparative and descriptive methods are used for analyzing of information sources.

**Novelty:** the identification of opportunities and threats for the formation of closed cycles of circulation of raw materials and waste in fisheries systems are the novelty elements of the presented research.

**Results:** the necessity of transition from a linear economy to a closed-loop economy in the analyzed industry in the light of achieving the national goals of the Russian Federation is revealed, the necessary steps for this are shown. The conclusion is made about the significance of such a transition for the Russian Federation.

**The results** of the study are of practical significance both for biologists, managers, economists, and for the business community.

**Keywords:** circular economy (CE), closed-loop economy, fisheries industry, national goals, national project “Ecology”, municipal solid waste (MSW), waste.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Нормативно-правовая база в сфере природопользования и охраны окружающей среды в Российской Федерации в последние годы претерпела ряд значительных изменений. Это связано как с международной повесткой, так и с определением национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации сначала на период до 2024 года<sup>1</sup>, а затем

и до 2030 года<sup>2</sup>. В списке из 5 стратегических прио-

<sup>1</sup> О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ от 7.05.2018 № 204 URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf>

<sup>2</sup> О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 URL: <http://government.ru/docs/all/128943/>

ритетов развития страны, кроме сохранения населения, здоровья и благополучия людей, возможностей для самореализации и развития талантов, достойного, эффективного труда и успешного предпринимательства, цифровой трансформации, речь идет о формировании комфортной и безопасной среды для жизни. Среди целевых показателей, которыми определяется успешность такой деятельности, можно указать:

- создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100% и снижение объема отходов, направляемых на полигоны, в 2 раза;
- снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в 2 раза;
- ликвидация наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде и экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волга, озера Байкал и Телецкое.

ходов значимым событием стало утверждение в 2021 году перечня из 42 стратегических инициатив социально-экономического развития РФ, одной из которых явилась инициатива «Экономика замкнутого цикла»<sup>4</sup>.

Процессы производства, потребление, оказания услуг формируют значительный объем разнообразных отходов, которые не всегда могут быть переработаны. Последствием их накопления и захоронения является загрязнение окружающей среды. По данным экспертов до 5% выбросов парниковых газов образуются именно в результате захоронения отходов, и год за годом объемы выбросов, связанных с этим, постоянно растут<sup>5</sup>.

Вклад отраслей производства в общий объем отходов различен. На первом месте традиционно находится отрасль «Добыча полезных ископаемых» (см. рис. 1), второе – занимают обрабатывающие производства, третье – сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство. Две последние сферы

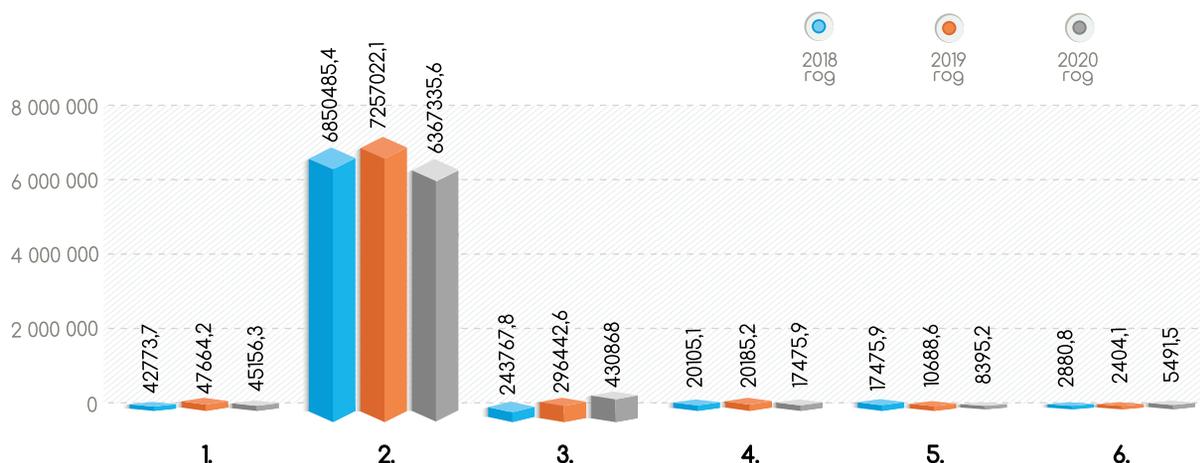


Рис. 1. Образование отходов производства и потребления в РФ по отраслям (тысяч тонн) (источник: составлено авторами по данным Росстата<sup>6</sup>)

Обозначения по оси X: 1. Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство; 2. Добыча полезных ископаемых; 3. Обрабатывающие производства; 4. Обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха; 5. Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; 6. Транспортировка и хранение

Fig. 1. The volume of production and consumption waste generation in the Russian Federation by economic sectors, thousand tons (source: compiled by the author according to Rosstat)

Designations along the X-axis: 1. Agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming; 2. Mining; 3. Manufacturing industries; 4. Providing electricity, gas and steam, air conditioning; 5. Water supply, water disposal, organization of collection and disposal of waste, activities for the elimination of pollution; 6. Transport and storage

На их достижение направлены мероприятия нацпроекта «Экология», который концентрирует внимание на основных блоках экологических проблем, включая обращение с отходами<sup>3</sup>. В отношении от-

<sup>4</sup> Об утверждении перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2816-п URL: <http://government.ru/docs/43451/>

<sup>5</sup> Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2015 гг. Часть 1 URL: <https://www.meteorf.ru/>

<sup>6</sup> [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr\\_bul\\_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2021.pdf)

<sup>3</sup> Паспорт национального проекта «Экология» URL: <https://www.mnr.gov.ru/>

формируют значительный поток биоорганических отходов, составляющих важный резерв продовольственного сырья, потенциал переработки которого часто недооценивают.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Информационную базу исследования составили работы российских и зарубежных авторов, касающиеся экономики замкнутого цикла, вопросов управления отходами, в частности, в рыбохозяйственном комплексе, кейсы стран и регионов, экспертные мнения<sup>7</sup>. Особое внимание было уделено анализу актуальной нормативно-правовой базы в рассматриваемой сфере<sup>8,9</sup>.

В ходе исследования был использован широкий спектр методов и подходов (монографический, сравнительно-описательный, SWOT-анализ и др.), позволяющих диалектически и системно подойти к изучению возможностей многократного использования сырья с учётом мировых и российских приоритетов,

щий повторное многократное использование сырья с учётом приоритетов сокращения (минимизации) использования первичных ресурсов, ресурсо- и энергосбережения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характерной чертой развития современного мира является высокая интенсивность использования природно-ресурсного потенциала и образование значительного объёма отходов. Российская Федерация в этом отношении не является исключением (см. рис. 2).

Если увеличение объёмов ТКО связано с растущей численностью населения и потребления товаров, расширением ассортимента одноразовых изделий и упаковки, то для отходов производственной деятельности решающее значение имеет рост объёмов самого производства на фоне незамкнутости (линейности) многих технологических циклов. Последний фактор определяет также увеличение объёмов отхо-

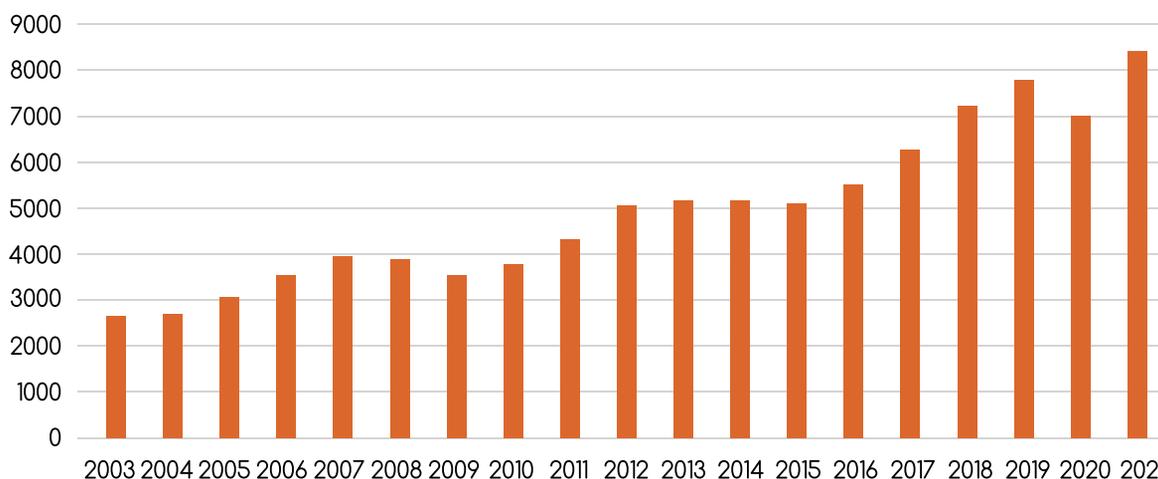


Рис. 2. Динамика показателей объёма образования отходов производства и потребления в Российской Федерации в 2003–2021 гг., миллионов тонн (источник: составлено авторами по данным Росприроднадзора<sup>10</sup>, Росстата<sup>6</sup>)

Fig. 2. The volume of production and consumption waste generation in the Russian Federation in 2003–2021, million tons (source: compiled by the author according to Rosprirodnadzor, Rosstat)

рассматривать экономику замкнутого цикла как единый процесс обращения с сырьём и материалами, включающий образование отходов, т. е. обеспечиваю-

дов, направляемых на захоронение как в России, так и в большинстве развивающихся государств [Khan, Ali, 2022]. При этом в странах, которые начинают внедрять принципы экономики замкнутого цикла, такой показатель снижается. Под экономикой замкнутого цикла мы понимаем такую природоподобную социально-экономическую модель, которая основана на принципах функционирования устойчивой экоси-

<sup>7</sup> Рыбохозяйственный комплекс России: от стабилизации к развитию. Сильный комплекс сильной страны. Доклад. Экспертный институт социальных исследований, 2018. <https://eistr.ru/upload/iblock/0e4/0e4f71e534dffa9be34a0b9243abc089.pdf>

<sup>8</sup> О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ <http://government.ru/docs/all/97770/>

<sup>9</sup> Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года № 2567-п <http://government.ru/docs/46497/>

<sup>10</sup> [https://mnr.gov.ru/docs/proekty\\_pravovykh\\_aktov/proekt\\_gosudarstvennogo\\_doklada\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii160922/?ysclid=lbblqc07bz177822532](https://mnr.gov.ru/docs/proekty_pravovykh_aktov/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii160922/?ysclid=lbblqc07bz177822532)

стемы, обеспечивающую повторное многократное использование сырья с учётом приоритетов сокращения (минимизации) использования первичных ресурсов, ресурсо- и энергосбережения, т. е. альтернативу линейной модели экономики.

Среди успешных практик внедрения ЭЗЦ рассматривается опыт Финляндии, Норвегии, Германии, Великобритании, Нидерландов, Швеции, Японии и др. [Bidlingmaier et al., 2004; Buclet, Godard, 2000; Buclet, 2002, Chioatto, Sospiro, 2022; Gallardo et al., 2021; Kaza et al., 2018, Yoshida, 2002]. Ряд исследований посвящен отдельным сферам деятельности, в том числе рыбохозяйственному комплексу [Бетин и др., 2022], имеющему значительный потенциал для формирования круговых схем производства [Arvanitoyannis, Kassaveti, 2007; Coppola et al., 2021].

Предпосылками, определяющими необходимость и эффективность циркулярного подхода в этой отрасли, являются:

- значительный объём отходов (до 70% массы выловленных биоресурсов животного происхождения);
- высокие издержки при производстве основного продукта;
- негативные экологические последствия добычи (вылова), переработки и транспортировки продукции.

В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО)<sup>11</sup> отходы рыбохозяйственной отрасли разнообразны и условно могут быть отнесены к нескольким группам: отходы, образующиеся при рыболовстве и рыбоводстве, отходы обрабатывающих производств, отходы обслуживания оборудования, отходы продукции и отходы упаковки (см. табл. 1).

В технологической цепочке переработки водных биологических ресурсов животного происхождения отходы формируются двумя путями: обработкой сырья (удалением внутренних органов, кожи, чешуи

**Таблица 1.** Классификация и классы опасности отходов рыбохозяйственной отрасли

**Table 1.** Classification and hazard classes of fisheries industry waste

Код по ФККО	Наименование отходов	Класс опасности
17115211205	Раковины рапан при их обработке	5
17115811495	Отходы переработки цист рачка артемии	5
17935111614	Отходы сетей и сетепошивочного материала из полиамидного волокна	4
17941001394	Осадок при отстаивании воды от стирки делей в растворе каустической соды практически неопасный	4
30112735394	Отходы при копчении рыбы на древесных опилках при производстве рыбы холодного и/или горячего копчения	4
30112755314	Масла растительные, отработанные при жарке рыбы в производстве рыбной продукции	4
30112921205	Отходы мясной и/или рыбной продукции при очистке термокамеры для копчения	5
30112922334	Отходы зачистки оборудования при копчении мясной и/или рыбной продукции	4
30112941304	Раствор поваренной соли, отработанный при посоле мясной и/или рыбной продукции	4
30119525394	Отходы флотационной очистки жиросодержащих сточных вод производства рыбной продукции	4
43812717514	Упаковка полипропиленовая, загрязненная рыбной мукой и минеральными кормами	4
91706111523	Фильтры очистки масла оборудования пищевой, мясомолочной и рыбной промышленности	3
91706111523	Фильтры очистки масла оборудования пищевой, мясомолочной и рыбной промышленности	3
40167111204	Продукция пищевая рыбная, за исключением непереработанной, утратившая потребительские свойства	4

<sup>11</sup> Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» URL: [https://rpn.gov.ru/upload/iblock/e54/prikaz\\_rosprirodnadzora\\_ot\\_22\\_05\\_2017\\_n\\_242\\_ob\\_utverzhenii.pdf](https://rpn.gov.ru/upload/iblock/e54/prikaz_rosprirodnadzora_ot_22_05_2017_n_242_ob_utverzhenii.pdf)

и т. п.) и потерями в технологическом цикле. Если объём отходов при обработке определяется факторами, не зависящими от человека, в первую очередь, биологическими особенностями организмов, то потери, связанные с характером технологических процессов и схем производства, зависят от вида производимой продукции, оборудования, технологических режимов, изменение которых позволяет снизить объём отходов.

В «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» (далее – Стратегии), переводящей национальные цели в цели агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ, определяются ключевые мероприятия долгосрочной экономической политики в этих отраслях<sup>12</sup>. Для модернизации производственных мощностей, внедрения новых технологий, строительства современных предприятий необходимо повышение уровня инвестиций, в том числе, в проекты с глубокой переработкой сырья. В связи с тем, что рыбохозяйственная отрасль характеризуется относительно низким уровнем производственной эффективности, в том числе, по причине большого объёма отходов производства, требуется целый комплекс проектов, в основу которых был бы положен принцип, определяющий необходимость внедрения безотходных, энергосберегающих и инновационных технологий при добыче (вылове), переработке и транспортировке водных биологических ресурсов, организация замкнутых циклов «производство – потребление».

В индустрии по производству высокотехнологичной и инновационной продукции пищевого и промышленного назначения возможно в качестве сырья для обеспечения загрузки новых производств использовать не только сами объекты промысла (сардину-иваси, тихоокеанскую скумбрию, азовскую и черноморскую хамсу, туюлку, каспийскую кильку, антарктический криль и др.), но также отходы производства при переработке, например, тресковых пород рыб. Потенциальный объём такого сырья составляет не менее 1 млн тонн.

В производстве и поставках на внутренний рынок продукции из уловов пелагических видов рыб (в частности, муки и жира) требуется применение безотходных технологий добычи (вылова), транспортировки и переработки сырья.

Для оценки ситуации по обращению с отходами в рыбохозяйственном комплексе, выявления предпосылок внедрения принципов ЭЗЦ был проведён SWOT-анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Проведённый анализ позволяет говорить о значительном существующем потенциале переработки отходов рыбохозяйственного комплекса в современных макроэкономических и геополитических условиях. Однако среди основных показателей развития этой отрасли, показанных на сайте Федерального агентства по рыболовству (раздел «Статистика и аналитика»), нет данных по объёмам образования и переработки отходов<sup>13</sup>.

При организации перерабатывающих производств учитываются уже существующие направления использования переработанных отходов рыбохозяйственной деятельности, среди которых:

- изготовление продуктов питания (сурими, крабовые палочки и т. п.);
- производство кормов и пищевых добавок для животных [Новиков, 2014];
- изготовление продукции технического назначения;
- производство биоудобрений, включая разные виды компостов;
- производство лекарственных препаратов, био-добавок, косметики [Самойлова, Цибилова, 2015].

Список возможностей использования таких отходов постоянно пополняется благодаря новым технологическим решениям и инициативам бизнес-сообщества.

В Полярном филиале ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича) усовершенствован способ получения ферментативного гидролизата коллаген из тканей морских гидробионтов, позволяющий получать гидролизат без предварительного выделения чистого коллагена. Способ может быть использован для выделения ферментативного гидролизата коллагена из отходов промпереработки камчатского краба и морских голотурий<sup>14</sup>.

В свете развития экономики замкнутого цикла большое значение имеют технические решения, позволяющие замкнуть потоки материальных ресурсов в системе. Если использование установок замкнутого водоснабжения в аквакультуре стало уже привычным, то минерализация самих рыбных отходов требует но-

<sup>12</sup> Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года № 2567-п <http://government.ru/docs/46497/>

<sup>13</sup> <https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika/>

<sup>14</sup> Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2021 году URL: [https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi-raboty\\_rosrybolovstvo\\_zh\\_2021\\_god.pdf?ysclid=lb4e7wy0jo196241649](https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi-raboty_rosrybolovstvo_zh_2021_god.pdf?ysclid=lb4e7wy0jo196241649)

**Таблица 2.** SWOT-анализ рыбохозяйственного комплекса для внедрения принципов ЭЗЦ  
**Table 2.** SWOT analysis of the fisheries industry for the implementation of the principles of the EC

Внутренняя среда	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>Большие объёмы образующихся отходов</p> <p>Однородность отходов, практически не содержащих примеси</p> <p>Относительная легкость сбора отходов</p> <p>Высокое содержание органических веществ, в т. ч. животного белка, витаминов, азотистых соединений</p> <p>Высокое содержание минеральных веществ (биологически значимых элементов: фосфора, калия, магния и др.)</p> <p>Высокий энергетический потенциал</p> <p>Относительная дешевизна</p> <p>Существующие исторически традиционные способы переработки отходов, в т. ч. непосредственно в море на рыболовецких судах</p>	<p>Сезонность образования отходов</p> <p>Невозможность длительного хранения отходов</p> <p>Место образования отходов часто удалено от существующих мест переработки</p> <p>Малая глубина переработки отходов существующими методами</p> <p>Значительные технологические потери</p> <p>Высокое содержание влаги в отходах</p>
Внешняя среда	Возможности	Угрозы
	<p>Существующая нормативно-правовая база, регулирующая рассматриваемую сферу, в частности, Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 года» и др. Утвержденная Госпрограмма развития рыбохозяйственного комплекса</p> <p>Реализация федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» (стратегическая инициатива 19)</p> <p>Получение относительно дешевой энергии при использовании отходов в качестве энергоресурса (получение биогаза и т. п.)</p> <p>Возможные доходы от использования вторичных ресурсов отрасли (могут превосходить доходы от продажи основной продукции)</p> <p>Развитие аквакультуры</p> <p>Развитие собственной научной базы и технологичности отрасли</p> <p>Новые технологии переработки сырья и отходов</p> <p>Новые макроэкономические и геополитические вызовы, в т. ч. спрос на вторичное сырье и продукты переработки отходов при ограничении импорта кормов и т. п.</p>	<p>Недостаточный уровень информирования производителей об успешном опыте применения современных технологий, о новых достижениях науки и техники</p> <p>Отсутствие поддержки внедрения новых технологий для бизнеса</p> <p>Отсутствие системы профессионального консультирования бизнеса</p> <p>Дефицит специалистов, способных применять инновационные технологии на практике и работать на современной технике</p> <p>Потеря ценного органического сырья при использовании отходов в качестве энергоресурса</p> <p>Новые макроэкономические и геополитические вызовы, в частности, отсутствие необходимого оборудования для переработки отходов и т. п.</p>

вых подходов. В Институте биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН разработана технология переработки рыбных отходов в добавку, которую можно использовать для выращивания пшеницы. Используя так называемое «мокрое сжигание», биоорганический материал окисляют в водном растворе перекиси водорода в переменном электрическом поле, получая неорганические соли. В будущей замкнутой системе жизнеобеспечения человека в космосе, благодаря такому методу, экипаж космического корабля сможет полностью утилизировать рыбные отходы и использовать их для выращивания овощей и других продуктов питания [Tikhomirova et al., 2019].

Таким образом, для формирования и развития системы обращения с отходами рыбохозяйственного комплекса необходимо:

1. наличие инфраструктурного каркаса по обращению с разными видами отходов;
2. развитие правовых и экономических условий осуществления деятельности в этой сфере;
3. обеспечение системного управления и координации деятельности отрасли на основе актуальных данных и интегрированных информационных ресурсов;
4. проведение просветительской и образовательной деятельности, в том числе для предпринимательского сообщества.

Перечисленные выше аспекты нашли свое отражение в НП «Экология» и комплексе стратегических инициатив, реализация которых в РФ является основой трансформации экономики в целом. Среди уже достигнутых позитивных изменений наиболее важными являются (по итогам 2021 года):

- использование современных информационных технологий в сфере мониторинга и функционирования системы обращения с отходами;
- активизация процесса создания инфраструктуры по обращению с отходами;
- формирование и реализация мер поддержки инвесторов, которые участвуют в создании инфраструктуры по переработке отходов;
- введение «окрашенных» экологических платежей (т. е. целевое использование средств штрафов, платежей за негативное воздействие на окружающую среду и по искам о возмещении вреда на реализацию природоохранных мероприятий).

Стратегически политика РФ должна способствовать достижению национальных целей. В этой связи реализация федеральной программы «Экономика замкнутого цикла», в том числе в рыбохозяйственном комплексе, будет способствовать достижению наццели № 3 «Комфортная и безопасная среда для жизни» и наццели № 4 «Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение принципов ЭЗЦ в любой отрасли стимулирует появление технологических, организационных и социальных инноваций по всей цепочке общественного производства, начиная с добычи сырья (промысла, вылова) и заканчивая обращением с отходами. Таким образом, возникают принципиально новые бизнес-модели, характеризующиеся не только высокими конечными результатами, но и низкими затратами на входе. Анализ рыбохозяйственного комплекса в свете национальных инициатив и международных тенденций перехода от линейной экономики к замкнутой позволяет говорить о возможностях рационального использования водных биоресурсов и снижения объема отходов этой отрасли.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность Бариновой Вере Александровне, кандидату экономических наук, заведующему Международной лаборатории исследования проблем устойчивого развития ИПЭИ РАНХиГС за ценные рекомендации при подготовке материала.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы были соблюдены.

## Финансирование

Статья написана в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бетин О.И., Труба А.С., Мухамедова Т.О.* 2022. Рыбохозяйственный комплекс: понятие, определение, структура // Труды ВНИРО. Т. 188. С. 166–173 <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-188-166-173>
- Новиков В.В., Орлик И.Л., Грецов А.С.* 2014. Экструзионная переработка рыбных отходов на корм животным // Вестник ВНИИМЖ. № 4(16). С. 247–250
- Самойлова Д.А., Цибузова М.Е.* 2015. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. № 2. С. 129–136
- Arvanitoyannis I., Kassaveti A.* 2007. Fish industry waste: Treatments, environmental impacts, current and potential uses // International J. of Food Science & Technology. V. 43. P. 726–745. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x>
- Bidlingmaier W., Sidaine J.M., Papadimitriou E.* 2004. Separate collection and biological waste treatment in the European Community // Rev Environ Sci Biotechnol V. 3. P. 307–320. <https://doi.org/10.1007/s11157-004-2334-1>
- Buclet N., Godard O.* 2000. Municipal waste management in Europe: a comparison of national regimes // Municipal Waste Management in Europe. / Buclet, N., Godard, O. (eds) Environment & Management. V. 10. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9476-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9476-9_7)
- Buclet N.* 2002. Municipal waste management in Europe: European policy between harmonisation and subsidiarity. Springer Dordrecht. 290 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9910-8>
- Chioatto E., Sospiro P.* 2022. Transition from waste management to circular economy: the European Union roadmap. Environment, Development and Sustainability. 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02050-3>
- Coppola D., Lauritano C., Palma Esposito F., Riccio G., Rizzo C., de Pascale D.* 2021. Fish Waste: From Problem to Valuable Resource // Marine Drugs. 19. 116. <https://doi.org/10.3390/md19020116>
- Gallardo A., Prades M., Bovea M.D., Colomer F.J.* 2012. Separate Collection Systems for Urban Waste (UW) // Management of Organic Waste. Dr. Sunil Kumar (Ed.). InTech. P. 115–132. DOI:10.5772/32508
- Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F.* 2018. What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. Washington, DC: World Bank. 240 p. doi: 10.1596/978-1-4648-1329-0
- Khan F., Ali Y.A.* 2022. A facilitating framework for a developing country to adopt smart waste management in the context of circular economy. Environmental Science and Pollution Research. 29. P. 26336–26351. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17573-5>
- Tikhomirova N.A., Trifonov S.V., Ushakova S.A., Morozov E.A., Anischenko O.V., Tikhomirov A.A.* 2019. Incorporation of

mineralized human waste and fish waste as a source of higher plant mineral nutrition in the BTLSS mass exchange // *Life Sciences in Space Research*, V. 20. P. 53–61

Yoshida F. 2002. *The Economics of Waste and Pollution Management in Japan*. Tokyo: Springer Japan KK. 187 p. DOI 10.1007/978-4-431-67032-2

## REFERENCES

Betin O.I., Truba A.S., Mukhamedova T.O. 2022. Fisheries complex: concept, definition, structure. *Trudy VNIRO*. V. 188. Pp. 166–173. (In Russ.) <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-188-166-173>

Novikov V.V., Orsik I.L., Gretsov A.S. 2014. Extrusion processing of fish waste for animal feed // *Bulletin of VNIIMZH*. No. 4(16). Pp. 247–250

Samoylova D.A., Tsbizova M.E. 2015. Secondary resources of the fishing industry as a source of food and dietary supplements // *Bulletin of the AGTU. Series: Fisheries*. No. 2. Pp. 129–136

Arvanitoyannis I., Kassaveti A. 2007. Fish industry waste: Treatments, environmental impacts, current and potential uses // *International J. of Food Science & Technology*. V. 43. P. 726–745. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x>

Bidlingmaier W., Sidaine J.M., Papadimitriou E. 2004. Separate collection and biological waste treatment in the European Community // *Rev Environ Sci Biotechnol*. V. 3. P. 307–320. <https://doi.org/10.1007/s11157-004-2334-1>

Buclet N., Godard O. 2000. Municipal waste management in Europe: a comparison of national regimes // *Municipal Waste Management in Europe*. / Buclet, N., Godard, O. (eds) *Environment & Management*. V. 10. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9476-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9476-9_7)

Buclet N. 2002. *Municipal waste management in Europe: European policy between harmonisation and subsidiarity*. Springer Dordrecht. 290 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9910-8>

Chioatto E., Sospiro P. 2022. Transition from waste management to circular economy: the European Union roadmap. *Environment, Development and Sustainability*. 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02050-3>

Coppola D., Lauritano C., Palma Esposito F., Riccio G., Rizzo C., de Pascale D. 2021. Fish Waste: From Problem to Valuable Resource // *Marine Drugs*. 19. 116. <https://doi.org/10.3390/md19020116>

Gallardo A., Prades M., Bovea M.D., Colomer F.J. 2012. Separate Collection Systems for Urban Waste (UW) // *Management of Organic Waste*. Dr. Sunil Kumar (Ed.). InTech. P. 115–132. DOI:10.5772/32508

Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. 2018. *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC: World Bank. 240 p. doi: 10.1596/978-1-4648-1329-0

Khan F., Ali Y.A. 2022. A facilitating framework for a developing country to adopt smart waste management in the context of circular economy. *Environmental Science and Pollution Research*. 29. P. 26336–26351. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17573-5>

Tikhomirova N.A., Trifonov S.V., Ushakova S.A., Morozov E.A., Anischenko O.V., Tikhomirov A.A. 2019. Incorporation of mineralized human waste and fish waste as a source of higher plant mineral nutrition in the BTLSS mass exchange // *Life Sciences in Space Research*, V. 20. P. 53–61

Yoshida F. 2002. *The Economics of Waste and Pollution Management in Japan*. Tokyo: Springer Japan KK. 187 p. DOI 10.1007/978-4-431-67032-2

Поступила в редакцию 30.11.2022 г.  
Принята после рецензии 06.12.2022 г.



## Информация. Экспедиции / Information

# Краткие результаты биологических исследований северной части Японского моря весной 2022 г.

С.И. Моисеев<sup>1</sup>, И.И. Глебов<sup>2</sup>, Е.Н. Дробязин<sup>2</sup>, В.С. Лукьянов<sup>3</sup>, И.П. Смирнов<sup>4</sup>, В.Н. Частиков<sup>4</sup>,  
С.А. Моисеева<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), 105187, Москва, проезд Окружной, 19

<sup>2</sup> Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

<sup>3</sup> Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), 680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

<sup>4</sup> Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), 693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

<sup>5</sup> Институт биофизики клетки (ФГБУН «ИБК РАН»), 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, 3

E-mail: moiseev@vniro.ru

**Цель** работы – промыслово-биологическая оценка массовых видов беспозвоночных и других гидробионтов в северной части Японского моря. Исследования дают характеристику многим промысловым популяциям донных и придонных гидробионтов, населяющих глубины 24–611 м.

**Материал и методы** стандартные для рыбохозяйственных исследований в России. Сбор материалов 29.04.–01.06.2022 г., в очередной донной учётной траловой съёмке. Основные объекты изучения Decapoda – промысловые виды крабов и креветок и другие виды гидробионтов.

**Новые данные** выявили: 1) среди крабов промысловый запас увеличился незначительно у *Paralithodes camtschaticus*, но уменьшился у *P. platypus* и у *Chionoecetes opilio*, а у краба *Erimacrus isenbeckii* значительный рост был на Западном Сахалине; 2) среди креветок промысловый запас увеличился у *Pandalus borealis* и *P. hypsinotus*, а у *P. goniurus* увеличился на севере подзоны Приморье, но уменьшился на Западном Сахалине; 3) биологическое состояние и запас других промысловых беспозвоночных и рыб донного комплекса было удовлетворительным либо был минимальный рост численности.

**Практическая значимость** исследований – обеспечить промыслово-биологической информацией прогностические материалы по общим допустимым уловам донных промысловых гидробионтов в северной части Японского моря.

**Ключевые слова:** донная траловая съёмка, Японское море, запас, *Paralithodes camtschaticus*, *Chionoecetes opilio*, *Pandalus borealis*, *Pandalus hypsinotus*.

## Brief results of biological studies of the northern part of the Sea of Japan in the spring of 2022

Sergey I. Moiseev<sup>1</sup>, Igor I. Glebov<sup>2</sup>, Evgeny N. Drobyazin<sup>2</sup>, Vladislav S. Lukjanov<sup>3</sup>, Igor P. Smirnov<sup>4</sup>,  
Valery N. Chastikov<sup>4</sup>, Svetlana A. Moiseeva<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Okružnoy proezd, 19, Moscow, 105187, Russia

<sup>2</sup> Pacific branch of VNIRO («TINRO»), per. Shevchenko, 4, Vladivostok, 690091, Russia

<sup>3</sup> Habarovsk branch of VNIRO («KhabarovskNIRO»), Amurskij bul'var, 13a, Habarovsk, 680038, Russia

<sup>4</sup> Sakhalin branch of VNIRO («SakhNIRO»), Komsomolskaya Str., 196, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

<sup>5</sup> Institute of Cell Biophysics RAS («ICB RAS»), Institut'skaya str., 3, Pushchino, Moscow reg., 142290, Russia

**The purpose** of the work is a commercial and biological assessment of basic invertebrate species and other aquatic organisms in the northern regions of the Sea of Japan. Studies provide current characteristics of many commercial populations of bottom hydrobionts inhabiting depths of 24–611m.

**The material and methods** are standard for fisheries research in Russia. Materials were collected in 29.04.–01.06.2022, in bottom trawl survey. The main objects of Decapoda research are commercial species of crabs and shrimps, as well as other species of hydrobionts.

**The new data** revealed the following: 1) among crabs, the commercial stock increased slightly everywhere in *Paralithodes camtschaticus*, but it also decreased everywhere in *P. platypus* and *Chionoecetes opilio*, and in the crab *Erimacrus isenbeckii*, there was a significant increase only in Western Sakhalin; 2) among shrimps, the commercial stock increased everywhere in *Pandalus borealis* and *P. hypsinotus*, and in *P. goniurus* increased in the north of the Primorye subzone, but decreased in Western Sakhalin; 3) the biological condition and stock of other commercial invertebrates and fish of the bottom complex was satisfactory or a slight increase in their numbers was noted.

**The practical significance** of the research is to provide fishing and biological information for annual prognostic materials on the total allowable catches of bottom commercial species of hydrobionts for the areas of the northern part of the Sea of Japan.

**Keywords:** bottom trawl survey, the Sea of Japan, stock, *Paralithodes camtschaticus*, *Chionoecetes opilio*, *Pandalus borealis*, *Pandalus hypsinotus*.

В северной части Японского моря весной 2022 г. выполнена очередная траловая съёмка с целью сбора промыслово-биологической информации и оценки запаса интенсивно эксплуатируемых видов беспозвоночных и других гидробионтов. Работы проводились на научно-исследовательском судне (НИС) «Владимир Сафонов» донным тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 с горизонтальным раскрытием 16 м и вертикальным 3,5–4,5 м. Длительность траления варьировала, составляя в среднем 21 минуту при средней скорости 2,7 узла. Научно-исследовательские работы (НИР) проходили в подзоне Приморье севернее м. Золотой 29.04.-11.05.22 на глубинах 26–611 м, в Западно-Сахалинской подзоне 11.05.-01.06.22 на 24–605 м. В уловах отмечено 192 беспозвоночных животных и 94 вида рыб. Для основных промысловых видов кратко даны биология, пространственное распределение и оценка мгновенной численности (биомассы) с учётом коэффициента уловистости (КУ) трала. Биологическое состояние гидробионтов изучали по общепринятым в рыбохозяйственных исследованиях методам [Правдин, 1966; Родин и др., 1979]. Картографические работы проводились с использованием программы «Картмастер» [Бизиков и др., 2006].

Для сбора данных о вертикальной структуре водных масс использовали гидрологический зонд SBE 19plus, дополнительно во время траления измеряли придонную температуру ( $T^{\circ}\text{C}$ ) воды термодатчиками «Термохрон», их крепили

к верхней подбуре трала. Наиболее вариabельной  $T^{\circ}\text{C}$  воды была у дна в диапазоне 24–130 м: в подзоне Приморья от минус  $(-0,8$  и  $-0,4$  до  $+0,7$ – $1,3^{\circ}\text{C}$ , в Западно-Сахалинской от  $-0,6$  и  $-0,2$  до  $+5,0$ – $5,9^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). Максимальные отрицательные значения  $T^{\circ}\text{C}$  от  $-0,8$  до  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  наблюдались в мае в узком слое 38–43 м на западе и севере Татарского пролива. Температурный режим водных масс свидетельствует о том, что в текущем году в северной части Японского моря происходит снижение  $T^{\circ}\text{C}$ , указывающее на слабое проявление тёплого Цусимского течения в этом районе.

В период НИР особое внимание уделено промысловым беспозвоночным и другим гидробионтам, имеющим значение для рыбохозяйственной отрасли.

**Крабоиды.** Среди них в районе НИР доминировал **краб камчатский** *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). В подзоне Приморье на глубинах 26–62 м он наблюдался крайне редко и только самцы. Но в Западно-Сахалинской подзоне этот вид встречался чаще на 24–215 м, образуя плотные скопления на 24–80 м Ильинского мелководья (рис. 2). Здесь в улове преобладали самцы до 78%. Биологическое состояние *P. camtschaticus* (табл. 1), физиологические и биохимические параметры (табл. 2) соответствовали весеннему сезону. Наполнение конечностей мышечной тканью (НКМТ) и содержание белка в гемолимфе (СБГ) крабов были вариabельными с небольшим разбросом средних значений, что указывало на низкий рост мышечной массы весной 2022 г.

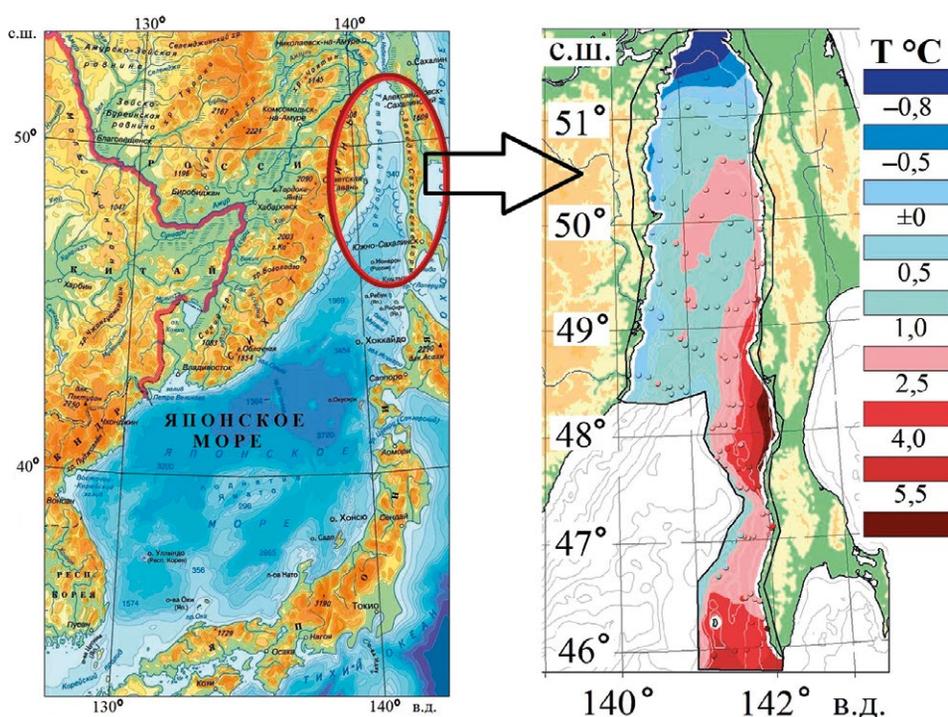


Рис. 1. Схема района проведения донной траловой съёмки в серной части Японского моря весной 2022 г. и распределение температуры воды у грунта в период исследований

Fig. 1. The scheme of the bottom trawl survey area in the sulfur part of the Sea of Japan in the spring of 2022 and the distribution of water temperature near the ground during the research period

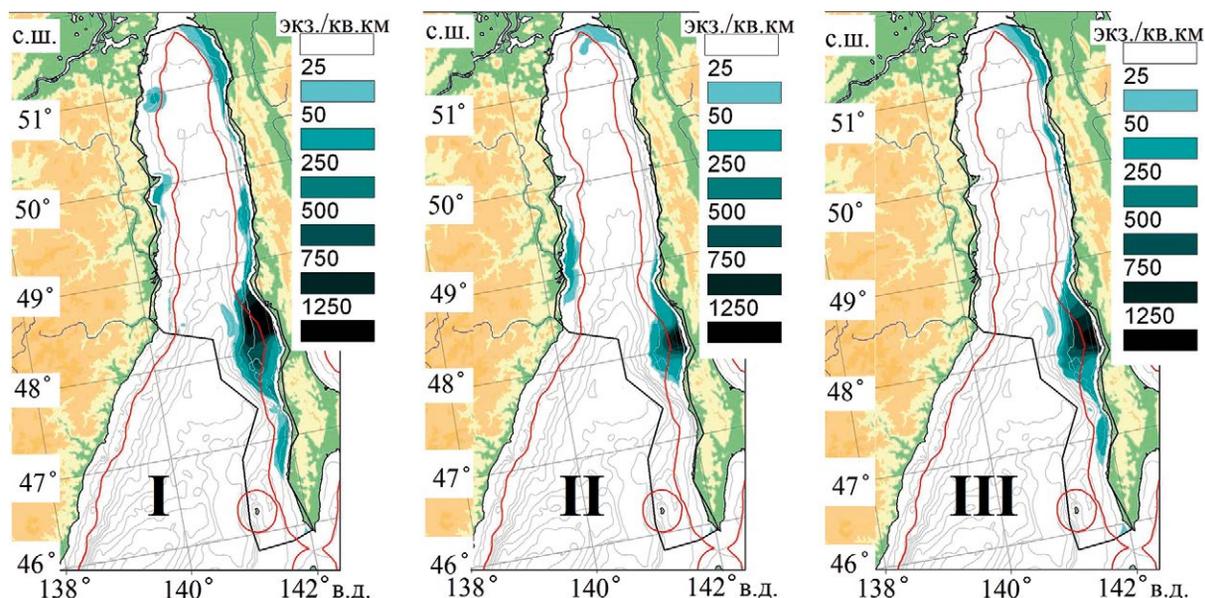


Рис. 2. Пространственное распределение крабов *P. Camtschaticus*: I – самцы с промысловой ШК; II – непромысловые самцы; III – самки

Fig. 2. Spatial distribution of crabs *P. camtschaticus*: I – commercial males; II – non – commercial males; III – females

Таблица 1. Биологические характеристики промысловых видов крабов

Table 1. Biological characteristics of commercial crab species

Показатели	<i>P. camtschaticus</i>		<i>P. platypus</i>		<i>P. brevipes</i>		<i>C. opilio</i>		<i>E. isenbeckii</i>						
	Район I	Район II	Район I	Район I	Район I	Район II	Район II	Район II	Район II						
N – ♂♂ / ♀♀ <sup>1</sup>	5 / 0	251 / 157	2 / 13	5 / 3	253 / 71	263–122	181 / 13								
♂♂ ШК, мм	от-до	23–227	61–238	123–138	104–142	13–164	16–169	59–125							
	moda	–	175; 205	–	–	116–120	131–135	96–100							
промысловые ♂♂ / ШК, мм	aver	136,0	170,5	130,5	125,2	115,2	111,7	97,5							
	доля	40%	77,7%	13,3%	100	74,1 <sup>3</sup>	71,9 <sup>3</sup>	91,2%							
♀♀ ШК, мм	aver	189,5	190,7	–	125,2	127,9 <sup>3</sup>	130,6 <sup>3</sup>	99,5							
	от-до	–	72–202	93–153	110–120	16–93	14–103	45–78							
Стадии икры <sup>2</sup> , %	moda	–	151–160	130–140	–	76–80	81–85	–							
	aver	–	134,4	126,2	116,0	60,4	68,7	60,8							
би/ив/иц	от-до	–	37,6/-/61,8	-/15/71	-/33,3/33,3	45,1/18,3/19,7	43,4/-/25,4	84,6/15,4 <sup>4</sup> /-							
	нг/иг/лв/ял	–	-/-/0,6/-	15/-/-/-	-/-/33,3/-	-/12,7/4,2/-	-/23,8/7,4/-	-/-/-/-							
Межлиночная стадия (внешнее состояние карапакса), %	♂♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀						
	1	–	–	–	–	–	–	9,1	–	3,0	–	–	7,7		
	2	–	–	6,2	12,1	50	31	–	–	13,8	2,8	12,9	4,9	6,6	23,1
	3,0	40	–	38,8	53,5	–	15	–	33,3	18,6	19,7	20,9	13,9	23,8	15,4
	3,1	40	–	28,9	31,2	–	39	80	–	17,8	54,9	18,6	20,5	30,4	30,8
3,2	20	–	24,4	3,2	–	15	20	66,6	37,2	22,5	41,8	59,8	39,2	23,1	
4	–	–	1,7	–	50	–	–	–	3,6	–	2,7	0,8	–	–	

<sup>1</sup> – число ♂♂ и ♀♀ в биоанализах; <sup>2</sup> – стадии зрелости: би- неполовозрелые самки без икры; ив – икра внутренняя (в годнадах); иц – икра цветная новая, оранжевая (ио), фиолетовая (иф) и другого цвета; нг – икра начального глазка, бурая (иб); иг – икра с глазками, поздняя; лв – личинки выпущены, ял – яловая; <sup>3</sup> – все самцы с ШК ≥100 мм; <sup>4</sup> – самки (би), но с наличием пробок копуляции.

Таблица 2. Физиологические и биохимические параметры крабов в районе НИР  
Table 2. Physiological and biochemical parameters crabs in the research area

Пол	Параметр	Стадия	<i>P. camtschaticus</i>	<i>P. platypus</i>	<i>P. brevipes</i>	<i>C. opilio</i> *	<i>C. opilio</i> **	<i>E. isenbeckii</i>
♂♂	НКМТ, %	1–2–3.0	40–65 / 51	15–60 / 43	55–65 / 60	30–95 / 59	15–35 / 29	25–55 / 37
		3.1–3.2	55–100 / 80	95–100 / 97	65–80 / 75	80–100 / 91	80–10 / 91	55–100 / 94
		4	55–85 / 71	60–63 / 63	–	85–90 / 90	–	75–95 / 84
	СБГ, г/100 мл	1–2–3.0	2,7–4,0 / 3,3	2,7–3,4 / 3,0	3,7	2,3–4,1 8/ 3,0	1,9–2,6 / 2,3	3,2–3,8 / 3,5
		3.1–3.2	3,1–9,0 / 4,4	5,6–6,8 / 6,2	4,1–6,8 / 4,9	3,1–7,3 / 5,7	3,0–7,0 / 5,3	3,8–12,6 / 8,7
		4	2,7–4,1 / 3,2	2,7	–	7,0–7,5 / 7,3	–	4,8–5,6 / 5,1
♀♀	НКМТ, %	1–2–3.0	50–75 / 61	15–65 / 42	55–60 / 56	75–80 / 77	30–35 / 30	
		3.1–3.2	60–95 / 81	75–100 / 89	–	75–100 / 91	80–90 / 86	
		4	–	–	45–65 / 56	70–80 / 75		
	СБГ, г/100 мл	1–2–3.0	2,8–5,1 / 4,1	1,8–4,2 / 3,0	4,4	3,0	4,1	
		3.1–3.2	5,0–5,7 / 5,4	3,1–6,5 / 5,1	–	3,7–9,0 / 5,9	11,2–11,3 / 11,3	
		4	–	–	4,8–6,2 / 5,5	–		

\* – узкопалые самцы (УПС); \*\* – широкопалые самцы (ШПС).

В подзоне Приморье севернее м. Золотой плотность распределения самцов *P. camtschaticus* низкая, а их запас находится в неудовлетворительном состоянии – 1,1 млн экз. (табл. 3). В Западно-Сахалинской подзоне, наоборот, этот вид находится в удовлетворительном состоянии. Его промысловый запас на сегодня 5 млн экз., это максимальное значение за последние 30–35 лет, как и численность самок – 3,4 млн экз. Но численность ближайшего промыслового пополнения находится на критичном уровне – пререкруты I (ШК 140–149 мм) 0,174 млн экз., пререкруты II (ШК 130–139 мм) 0,050 млн экз., а численность ранней молоди с ШК <130 мм относительно высокая – 1,365 млн экз.

Из других крабоидов встречались – **краб синий** *P. platypus* (Brandt, 1850) и **краб колючий** *P. brevipes* (Milne-Edwards, Lucas, 1841). В подзоне Приморье они встречались редко на глубинах до 50–70 м. В Западно-Сахалинской подзоне наблюдался только краб синий на 34–127 м, отмечено 6 самцов в межлиночных стадиях 2–4 с ШК 143–186 мм (средняя 166,2 мм). В целом же, биологическое состояние, физиологические и биохимические параметры этих крабоидов соответствовали весеннему сезону (табл. 1–2). В районах НИР численность синего краба низкая – около 1 млн экз. и 0,23 млн экз. колючего (табл. 3).

Таблица 3. Оценка мгновенного запаса (млн экз.) промысловых беспозвоночных  
Table 3. Estimation of the instantaneous stock (million copies) of commercial invertebrates

Промысловые беспозвоночные	КУ	Подзона Приморье (к северу от м. Золотой), S=23,7 тыс. кв. км			Подзона Западно-Сахалинская, S=35,2 кв. км		
		пром. <sup>1</sup>	непром.	самки	пром. <sup>1</sup>	непром	самки
Камчатский краб	0,75	0,943	0,183	0	4,897	1,589	3,368
Синий краб	0,75	0,037	0,070	0,795	0,126	–	–
Колючий краб	0,75	0,139	–	0,090	–	–	–
Краб-стригун опилио	0,6	5,1 <sup>3</sup> / 2,59 <sup>4</sup>	0,24 <sup>3</sup> / 2,59 <sup>4</sup>	3,249	5,15 <sup>3</sup> / 1,65 <sup>4</sup>	0,2 <sup>3</sup> / 2,55 <sup>4</sup>	3,342
Краб волосатый 4-угольный	0,5	–	–	–	4,522	0,325	0,412
Креветка северная <sup>2</sup>	0,2	7,264	1,066	–	11,190	2,064	–
Креветка гребенчатая <sup>2</sup>	0,2	0,571	1,935	–	0,846	1,528	–
Креветка угловостая <sup>2</sup>	0,25	9,166	2,071	–	0,726	0,012	–
Шримсы медвежата <sup>2</sup>	0,3	0,652	0,037	–	0,141	0,015	–
Шримсы козырьковые <sup>2</sup>	0,3	0,287	–	–	0,102	–	–
Палевый морской ёж <sup>2</sup>	0,7	1,815	0,485	–	0,564	0,136	–
Кукумария японская <sup>2</sup>	0,7	0,063	0,017	–	0,838	0,562	–

<sup>1</sup> – особи с промысловой мерой; <sup>2</sup> – оценка запаса дана в тыс. т; <sup>3</sup> – широкопалые самцы; <sup>4</sup> – узкопалые самцы

**Настоящие крабы.** В северной части подзоны Приморье на глубинах 39–611 м встречался **краб-стригун опилио** *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788), наибольшая плотность была на 40–165 м (рис. 3). Размерный ряд самцов полимодальный от 13 до 164 мм, наибольшая мода 116–120 мм. Размер самок 16–93 мм с двумя модами (41–45 мм и максимум 76–80). Доля маломерных неполовозрелых самок 45%, остальные были с различными стадиями развития половых продуктов (табл. 1). Для определения функциональных групп *C. opilio* применяли коэффициент морфометрической половозрелости [Моисеев и др., 2018]. Среди самцов с ШК  $\geq 100$  мм широкопалые самцы (ШПС) составляли 49,1%, а узкопалые самцы (УПС) 25%. У самцов с ШК  $< 100$  мм – ШПС было всего 2,1%, а УПС 23,7%.

В Западно-Сахалинской подзоне *C. opilio* наблюдался от 32 до 605 м, небольшое повышение плотности было в широком диапазоне 36–480 м (рис. 3). Размерный ряд самцов 16–169 мм с двумя модами (131–135 мм и наименьшая 146–150 мм). У самок ШК была 14–103 мм, мода 81–85 мм. Маломерные неполовозрелые самки составляли  $< 43\%$ , остальные были с различными стадиями развития икры (табл. 1). У Западного Сахалина был определен состав функциональных групп самцов *C. opilio* [Моисеев и др., 2018]: у самцов с ШК  $\geq 100$  мм – особи ШПС составляли 54,5%, а УПС 17,5%; среди маломерных самцов с ШК  $< 100$  мм – ШПС составляли 2%, а УПС 26,7%.

В период исследований биологическое состояние, физиологические и биохимические параметры *C. opilio* соответствовали весеннему сезону (табл. 1–2). Узкопалые самцы находились в предлиночном или постлиночном состо-

янии совместно с недавно совершившими терминальную линьку самцами. Уловы характеризовались высокой долей узкопалых самцов – 48,7% в подзоне Приморье и 43,6% в Западно-Сахалинской подзоне. Данное обстоятельство позволяет предположить, что эти группы маломерных самцов могут массово вступить в промысел в ближайшие 2–4 года. Но в настоящее время общая численность самцов и самок *C. opilio* в районе НИР (табл. 3) невысокая – на севере подзоны Приморье в сумме составляя 10,518 млн экз. и почти столько же в Западно-Сахалинской подзоне 9,55 млн экз.

**Четырёхугольный волосатый краб** *Erimacrus isenbeckii* (Brandt, 1848). Этот краб встречался только в прибрежных водах Западного Сахалина на 24–158 м с максимумом на 24–60 м в центральных районах НИР. Биологические и физиологические параметры крабов соответствовали весеннему сезону (табл. 1–2). В районе Западно-Сахалинской подзоны общая численность популяции *E. isenbeckii* высокая – 5,3 млн экз. (табл. 3), при этом доля промысловых самцов (ШК от 80 мм) 86%. Севернее 48°45' с. ш. самцы *E. isenbeckii* были значительно крупнее самцов встречавшихся южнее, что обусловлено миграционными особенностями этого вида в районах северо-восточной части Японского моря.

**Креветки (Pandalidae).** Среди настоящих креветок наибольший интерес для рыбохозяйственной отрасли представляют 3 вида креветок рода *Pandalus*.

**Креветка северная** *P. borealis eous* Makarov, 1935, встречалась по всему району НИР в широком диапазоне от 70–120 до 611 м, с максимумом на 200–450 м (рис. 4 А). Среди функциональных групп креветок (самцы, интерсекс и самки) особи с промысловой длиной тела (ДТ) составляли – на

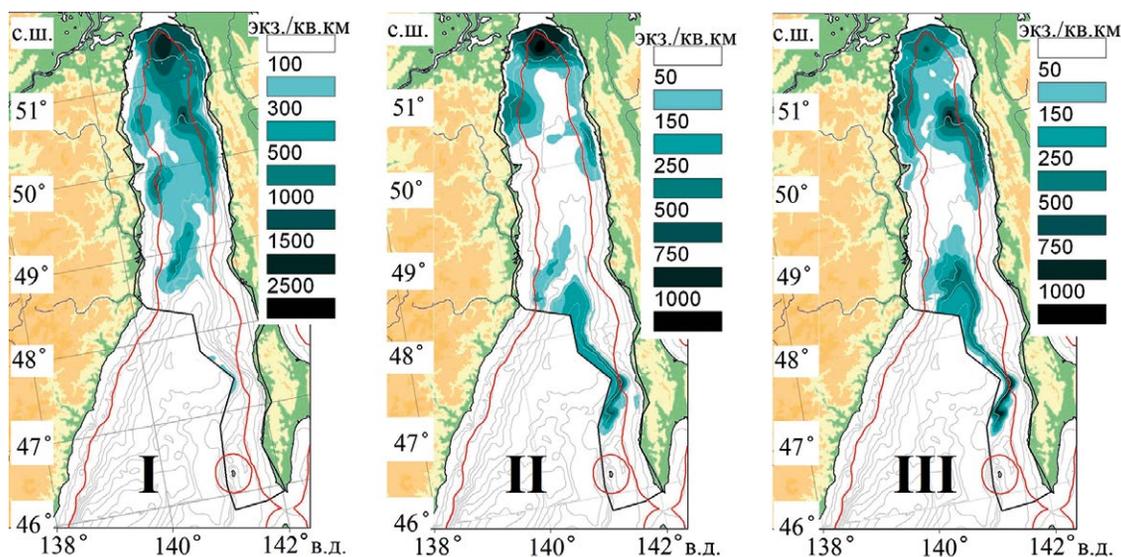


Рис. 3. Пространственное распределение крабов *C. opilio*  
 Обозначения см. рис. 2

Fig. 3. Spatial distribution of crabs *C. opilio*  
 Notation see Fig. 2

севере подзоны Приморье около 80% и 59% в Западно-Сахалинской (табл. 4). Оценка общей биомассы *P. borealis* в районе НИР 21,584 тыс. т. Текущее состояние запаса (см. табл. 3) неопределённое, близкое к неудовлетворительному.

**Креветка гребенчатая** *P. hypsinotus* Brandt, 1851 встречалась от 32 до 397 м, с максимумом на 125–200 м (рис. 4 Б). Креветки с промысловой ДТ на севере подзоны Приморье составляли около 14% и 19% в Западно-Сахалинской (табл. 4). Оценка общей биомассы *P. hypsinotus* в районе НИР составила 4,88 тыс. т. Состояние запаса гребенчатой креветки (см. табл. 3) неудовлетворительное.

**Креветка углохвостая** *P. goniurus* Stimpson, 1860 в районе НИР встречалась от 35 до 269 м. В подзоне Приморье максимум был на 60–80 м и на 80–100 м в Западно-

Сахалинской (рис. 4 В). На севере подзоны Приморье доля промысловых креветок около 75% и 92% в Западно-Сахалинской (табл. 4). В районе НИР общая биомасса *P. goniurus* составила 11,975 тыс. т. Состояние запаса углохвостой креветки (см. табл. 3) неудовлетворительное.

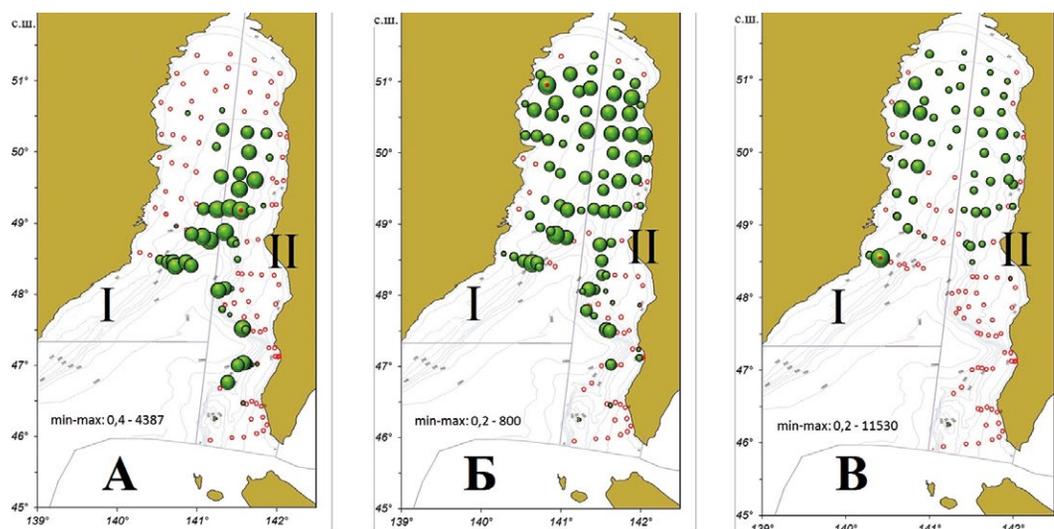
Другие виды настоящих креветок встречались штучно, их оценочная мгновенная биомасса варьировала в узком диапазоне от 1–5 до 20–40 т.

**Шримсы (Crangonidae).** В уловах относительно часто севернее 49°30' с. ш. на 36–148 м встречались **шримсы медвежата** рода *Sclerocrangon*. В целом, по району НИР общая биомасса этих шримсов (см. табл. 3) составила 845 т, биологическое состояние характерно для весеннего сезона (см. табл. 4).

**Таблица 4.** Биологические характеристики основных промысловых видов креветок  
**Table 4.** Biological characteristics of the main commercial shrimp species

Показатели	<i>P. borealis</i>		<i>P. hypsinotus</i>		<i>P. goniurus</i>		<i>Sclerocrangon</i>	
	Район I	Район II	Район I	Район II	Район I	Район II	Район I+II	
Анализ, экз.	1469	2187	1089	1495	1251	1150	296	
Доля в анализе, %	♂ <sup>1</sup>	53,91	64,43	875	75,32	57,25	14,38	34,09
	♀ <sup>2</sup>	14,84	8,96	17	2,52	28,75	6,91	24,34
	♀ <sup>3</sup>	31,25	26,61	197	22,16	14,0	78,71	41,57
	пром <sup>4</sup>	79,92	58,62	14,05	19,13	74,66	91,74	79,05
ДТ, мм	от-до	49–142	27–146	39–164	36–169	35–111	34–115	52–155
	moda <sup>4</sup>	87; 107-	87; 107	82; 107	107; 112; 117	57; 82	82	97; 102; 137
	aver	98,9-	105,2	141,3	140,1	67,1	78,2	110,7

<sup>1</sup> – самцы; <sup>2</sup> – переходные особи; <sup>3</sup> – самки; <sup>4</sup> – креветки с промысловой ДТ; <sup>5</sup> – середина модального класса.



**Рис. 4.** Пространственное распределение креветок – *P. borealis* (А), *P. hypsinotus* (Б) и *P. goniurus* (В) в северной части Японского моря:  
 I – северная часть подзоны Приморье; II – Западно-Сахалинская подзона

**Fig. 4.** Spatial distribution of shrimp – *P. borealis* (A), *P. hypsinotus* (B) and *P. goniurus* (C) in the northern part of the Sea of Japan:  
 I – the northern part of the Primorye subzone; II – the West Sakhalin subzone

**Козырьковые шримсы** рода *Argis* встречались по всему району на 36–320 м. ДТ шримса составляла 45–121 мм, средняя ДТ 80,1 мм. В уловах преобладали особи с ДТ 80–95 мм. Общий запас козырьковых шримсов – 389 т (табл. 3).

**Морские ежи (Echinoidea).** В уловах наблюдался **морской палевоый ёж** *Strongylocentrotus pallidus* (Sars, 1871) на 26–499 м, максимальные уловы были на 32–81 м. Диаметр панциря был 13–85 мм, средний 50,6 мм, мода 51–55 мм (25,3%). В уловах доля особей с диаметром панциря от 4,5 см составила 77,6%. Общая биомасса этого объекта в районе НИР – 3,0 тыс. т (табл. 3).

**Голотурии (Holothuroidea).** В уловах преобладала **кукумария японская** *Cucumaria japonica* Semper, 1868. Она встречалась на 24–201 м, максимум был на 29–66 м. Вес тела кукумарии без «стечки» (обезвоживание) варьировал в широких пределах от 4 до 932 г, составив в среднем 292,8 г. Общая биомасса запаса *C. japonica* на обследованной акватории составила 1148 т (см. табл. 3). Доля особей с промысловой мерой КММ  $\geq 150$  г составляла 54,8%.

**Брюхоногие моллюски (Gastropoda).** В уловах отмечались 12 видов относящихся сем. Buccinidae в диапазоне 24–605 м. Частота встречаемости букценид составила 41%. Наиболее массовыми были *Neptunea constricta* (Dall, 1907) и *Buccinum bayani* (Jousseaume, 1883). Для этих и некоторых других массовых видов даны размерный состав и их запас (табл. 5) с учётом КУ 0,5.

**Головоногие моллюски (Cephalopoda).** Эпизодически в уловах наблюдались: гигантский осьминог Дофлейна *Octopus dofleini* (Wülker, 1910) на глубинах 24–73 м, длина мантии (ДМ) 82–143 мм и масса тела 0,422–4,480 кг; песчаный осьминог *O. conispadiceus* (Sasaki, 1917) на 47–218 м, вес 0,063–1,4 кг, ДМ 38–123 мм; лиловый кальмар-коротышка *Rossia pacifica* Berry, 1911 на 35–346 м, ДМ 27–78 мм (средняя 56 мм), средняя масса 76 г; командорский кальмар *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) на 125–607 м, длина мантии 50–260 мм.

**Непромысловый макрозообентос.** В северной части Японского моря в траловых уловах идентифицировано 143

вида непромысловых беспозвоночных из 31 систематических групп с общей биомассой 116,9 тыс. т (КУ=1) и средней плотностью 2392,139 кг/км<sup>2</sup>, в том числе 82,4 тыс. т (70,5%) была суммарная биомасса 7 систематических групп (табл. 6). Структура их общей биомассы следующая: офиуры – 48,5%, губки – 16,6%, морские звезды – 12,9%, морские лилии – 11,5%, асцидии – 4,7%, морские перья – 3,7%, актинии – 2,1%. В целом, биомасса непромыслового макрозообентоса на севере подзоны Приморье была ниже (39,4%), чем в Западно-Сахалинской (60,6%). В северной части Японского моря доминировали три группы животных: на западном Сахалине морская лилия 82,9% и офиуры 70% (доминантный вид *Gorgonocephalus eucnemis* Müller & Tröschel, 1842), а в подзоне Приморье преобладали морские звезды 66,9% от общей биомассы в районе НИР каждой из этих групп.

**Состав и структура сообществ донного ихтиоценоза.** В уловах отмечены 94 вида рыб из 21 семейства. Доминировали виды 6 семейств: рогатковые Cottidae 14 видов, камбаловые Pleuronectidae – 12, бельдюговые Zoarcidae – 8, стихеевые Stichaeidae – 8, лисичковые Agonidae 9 и липаровые Liparidae – 6 видов. Другие семейства были представлены 1–3 видами. Средний улов в пересчёте на часовое траление (CPUE) в районе НИР составил 314,9 кг. Около 65,5% от общего вылова составили: минтай *Gadus chalcogramma* Pallas, 1814 (40,6%), треска *G. macrocephalus* Tilesius, 1810 (8,4%), сельдь *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 (11,5%), камбала сахалинская *Limanda sakhalinensis* Hubbs, 1915 (0,6%), керчак многоиглый *Myoxocephalus polyacanthocephalus* Pallas, 1814 (3,1%) и камбала желтопёрая *L. aspera* Pallas, 1814 (1,1%), колючая камбала *Acanthopsetta nadeshnyi* Schmidt, 1904 (3,7%), палтусовидная камбала *Hippoglossoides dubius* Schmidt, 1904 (3,8%) и малоротая камбала *Glyptocephalus stelleri* Schmidt, 1904 (1,0%). Среди донных и придонных рыб по сравнению с 2020 г. изменение CPUE отмечено у всех упомянутых выше видов. У желтопёрой камбалы произошло снижение уровня CPUE с 7,6 до 3,6 кг/час, а у многоиглого керчака (9,9 кг/час), трески (8,4 кг/час) и палтусовидной камбалы (11,9 кг/час) со-

**Таблица 5.** Биологические характеристики основных промысловых видов Buccinidae  
**Table 5.** Biological characteristics of the main commercial species of gastropod mollusks

Виды доминанты	Глубина встречаемости, мм	Высота раковины, мм	п/з Приморье, тыс. т		п/з Западно-Сахалинская, тыс. т	
	от-до/максимум	от-до/средняя	пром.	непром.	пром.	непром.
<i>Neptunea constricta</i>	32–605/57	68–219/150,6	1,104	0,005	0,135	–
<i>N. excelsior</i> ( <i>N. lyrata</i> )	40–60/57	113–147/130,3	0,089	–	0,010	–
<i>N. polycostata</i>	24–71/37	106–162/132,8	0,014	–	0,016	–
<i>Buccinum bayani</i>	54–480/82	32–166/101,8	0,317	0,036	0,053	0,02
<i>B. verkruezeni</i>	32–55/40	92–122/103,4	0,038	–	0,010	–
<i>Clinopegma decora</i>	57–95/95	100–120/110,1	0,064	–	0,007	–

Таблица 6. Биологические характеристики массовых групп непромысловых беспозвоночных в северной части Японского моря в 2022 г.

Table 6. Biological characteristics of mass groups of non-commercial invertebrates in the northern part of the Sea of Japan in 2022

ГРУППЫ и виды беспозвоночных	Глубина, м	Биомасса, кг/км <sup>2</sup>	Масса особи, г	п/з Приморье сев. м. Золотой	п/з Западно-Сахалинская
	от-до	Мин.-макс.	средняя	Σ биомасса, т	Σ биомасса, т
Ophiuroidea	27–611	0,025–12500,025	–	11982,2567	27964,4673
<i>Gorgonocephalus eucnemis</i>	55–269	2,142–12499,001	344,5	11207,2539	27896,3142
<i>Ophiura sarsii</i>	98–611	0,025–2003,746	3,5	739,2472	37,3637
<i>Ophiopholis aculeata</i>	27–605	0,039–28,218	2,5	23,0577	23,9351
Прочие Ophiuroidea	–	–	–	12,6979	6,8543
Asteroidea	24–611	0,338–3099,45	–	7083,446	3510,8112
<i>Asterias amurensis</i>	30–158	0,28–3025,621	183,3	3463,5025	1549,9318
<i>Evasterias echinosoma</i>	26–198	0,65–740,513	482,6	1163,4921	1234,997
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	33–611	0,148–1771,734	8,2	1623,002	244,8986
<i>Pteraster tessellatus</i>	27–178	2,916–568,261	530,6	454,0282	14,6345
<i>Lethasterias nanimensis</i>	27–169	0,135–82,162	171,5	116,4086	275,0566
Прочие Asteroidea	–	–	–	263,0126	191,2927
Crinoidea, <i>Heliometra glacialis</i>	107–611	6,328–19685,936	–	1622,5195	7892,2261
Porifera	26–605	1,25–13628,716	–	6639,9038	7062,4287
Chordata, Ascidiacea	24–397	0,174–4521,619	–	1400,3563	2446,8005
Cnidaria, Pennatulacea, <i>Balticina finmarchica</i>	26–450	3,375–1246,055	–	2149,766	921,7264
Cnidaria, Actiniaria	30–605	0,049–1052,916	–	1575,103	184,8254
СУММАРНО	–	–	–	32453,3513	49983,2856

храняется динамика прироста. Прирост CPUE у сельди не значителен, у минтая CPUE вырос в более чем в два раза.

### Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность экипажу НИС «Владимир Сафонов» за помощь в сборе научной информации.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

### Финансирование

Исследование проводилось в соответствии с Государственным заказом ФГБНУ «ВНИРО».

### ЛИТЕРАТУРА

- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «Картмастер» для обработки данных биоресурсных съёмок // VII Всеросс. Конфер. пром. беспозв. М.: Изд-во ВНИРО. С. 18–24.
- Моисеев С.И., Буяновский А.И., Моисеева С.А. 2018. Определение широкопалости у крабов-стригунов рода

*Chionoecetes* в полевых условиях // Труды ВНИРО. Т. 172. С. 6–26.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 376 с.

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО. 59 с.

### REFERENCES

- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V. 2006. GIS «Chartmaster» – new geographic information system for processing the data of hydrological surveys // VII All-Russian. conf. commers. invertebrate. Moscow: VNIRO. P. 18–24.
- Moiseev S.I., Buyanovsky A.I., Moiseeva S.A. 2018. Determination of the terminal molt of the snow and tanner crabs in the field // Trudy VNIRO. Vol. 172. P. 6–26.
- Pravdin I.F. 1966. Guide to the study of fish. M.: Food industry. 376 p.
- Rodin V.E., Slizkin A.G., Myasoedov V.I., Barsukov V.N., Miroshnikov V.V., Zgurovsky K.A., Kanarskaya O.A., Fedoseev V.Ya. 1979. A guide to the study of ten – legged crayfish crustaceans Decapoda of the Far Eastern Seas. Vladivostok: TINRO. 59 p.

Поступила в редакцию 02.11.2022 г.



## Информация. Экспедиции / Information

# Результаты ресурсных гидроакустических съёмок байкальского омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в весенне-летний период 2022 года

С.М. Гончаров<sup>1</sup>, С.Б. Попов<sup>1</sup>, В.А. Петерфельд<sup>2</sup>, А.В. Базов<sup>2</sup>, Н.Г. Ключарева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187

<sup>2</sup> Байкальский филиал ФГБНУ ВНИРО («БайкалНИРО»), ул. Хахалова, 4Б, г. Улан-Удэ, 670034

E-mail: sgonch@vniro.ru

**Целью** проведённых научных работ является количественная оценка численности и биомассы байкальского омуля в пределах четырёх рыбопромысловых акваториях озера Байкал (Селенгинское мелководье, Северный Байкал, Малое море, Баргузинский залив), построение карт пространственного распределения рыбных концентраций на обследованных акваториях.

**Метод сбора и обработки** данных основан на проведении гидроакустической съёмки, в процессе которой производится запись эхосигналов вдоль маршрута следования судна по заранее спланированной сетке галсов. Для расчёта значений поверхностных плотностей вдоль галсов съёмки применялся метод эхоинтегрирования. Для численной оценки запасов омуля и его распределения в пределах обследованных акваторий использовался геостатистический интерполятор Kriging.

**Новые данные** показали, что в основном рыбопромысловом районе озера Байкал Селенгинском мелководье, наблюдалась высокая численность молоди омуля, размером менее 22 см поколения 2018 г. и младше. В районах Малого моря и Баргузинского залива существенных скоплений рыб не зарегистрировано. На Северном Байкале численность и биомасса омуля была сопоставима с результатами 2021 г.

**Практическая значимость** результатов работ состоит в количественной оценке запасов омуля и его распределения на рыбопромысловых акваториях озера Байкал для прогнозирования его запасов.

**Ключевые слова:** озеро Байкал, омуль *Coregonus migratorius*, гидроакустическая съёмка, численность и биомасса, контрольные обловы.

## Results of resource hydroacoustic surveys of the Baikal omul in the fishing waters of Lake Baikal in the spring-summer period of 2022

Sergey M. Goncharov<sup>1</sup>, Sergey B. Popov<sup>1</sup>, Vladimir A. Peterfeld<sup>2</sup>, Andrey V. Bazov<sup>2</sup>, Natalia G. Kluchereva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

<sup>2</sup> Baikal Branch of «VNIRO» («BaikalNIRO»), 4b Hahalova St., Ulan-Ude, 670034, Russia

**The purpose** of the work carried out is to quantify the abundance of the Baikal omul within the four fishing areas of Lake Baikal (Selenginsky shallow water, Northern Baikal, the Small Sea, Barguzin Bay), to build maps of the spatial distribution of fish concentrations in the surveyed waters.

**The data collection and processing method** is based on hydroacoustic survey, during which echo signals are recorded in the vertical direction along the route of the ship along a pre-planned transects. To calculate the values of surface densities along the survey transects, the echo integration method was used. When calculating surface density values, data from control catches are used. The Kriging geostatistical interpolator was used to numerically estimate the stocks of omul and its distribution within the surveyed water areas.

**New data** have showed that in the main fishing area of Lake Baikal, the Selenginsky shallow water, there was a high abundance of juvenile omul, less than 22 cm in size of the 2018 generation and younger. In the areas of the Small Sea and the Barguzin Bay, no significant accumulations of fish were recorded. In Northern Baikal, the abundance and biomass of the omul was comparable to the results of 2021.

**The practical significance** of the research results is the quantitative assessment of the omul stocks and its distribution in the fishing areas of Lake Baikal in order to predict its stocks.

**Keywords:** Lake Baikal, omul *Coregonus migratorius*, hydroacoustic survey, biomass and numbers, control catches.

Исследования были проведены на основании Федерального закона от 01.05.1999 № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» (с изменениями на 18 июля 2019 г.)<sup>1</sup>, Федерального проекта «Сохранение озера Байкал», входящего в национальный проект «Экология» (срок

реализации проекта 01.01.2019–31.12.2024), а также в соответствии с календарным планом государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» (Подраздел 11.4). Гидроакустические съёмки были выполнены в четырёх районах озера Байкал: Селенгинское мелководье, Северный Байкал, Малое море, Баргузинский залив. Для

<sup>1</sup> <https://base.garant.ru/2157025/>

проведения гидроакустических съёмок на рыбопромысловых акваториях озера Байкал был использован научный эхолот EY500 (Simrad), являющийся стандартизованным аппаратным средством для количественной оценки гидробионтов, с частотой заполнения ультразвукового импульса посылки 70 кГц и антенной ES 70–11 (ширина диаграммы направленности 11°) с расщеплённым лучом. Скорость движения судна при проведении гидроакустических съёмок составляла 9–11 км/час. Съёмка на акватории Селенгинского мелководья была выполнена на НИС «Г.Ю. Верещагин». Съёмки на акваториях Малого моря, Баргузинского залива и Северного Байкала были выполнены на катере КС-951. По завершении работ 07.06.2022 г. в заливе Аяя при идеальных погодных условиях и отсутствии течений была выполнена сквозная калибровка аппаратуры по образцовому шару, изготовленному из электролитической меди диаметром 32 мм и TS равной –39,2 дБ. Для расчёта значений поверхностных плотностей вдоль галсов съёмки использовался метод эхоинтегрирования, сила цели (TS, дБ) омуля вычислялась по уравнению [Гончаров и др., 2008]:

$$TS = 20 \times \log(L) - 64,24. \quad (1)$$

Интервал интегрирования при обработке данных гидроакустических съёмок на акватории Селенгинского мелководья и Малого моря составил 500 м, Северного Байкала и Баргузинского залива – 250 м.

В качестве интерполятора при построении карт пространственного распределения омуля использовался геостатистический метод интерполяции «Kriging».

Биомасса или численность определялась как интеграл поверхностной плотности после интерполяции данных, в пределах обследованной акватории. Расчёты численности и биомассы омуля, построение карт пространственных распределений рыбных концентраций были выполнены средствами геоинформационной системы (ГИС) «КартМастер» [Бизиков и др., 2007] после ввода данных гидроакустических съёмок в гидроакустическую базу данных озера Байкал (ГАБД).

Для проведения контрольных обловов на Селенгинском мелководье использовался пелагический трал длиной по верхней подборе до 25 м, горизонтальное раскрытие – 15 м, вертикальное – 10 м, шаг ячеи в кутке 10–12 мм, а также, как и в 2021 г., закидной невод с ячеей от 22 мм до 24 мм. Для Малого моря и Баргузинского залива были использованы данные обловов неводом, выполненных в Баргузинском заливе. На Северном Байкале контрольные обловы были выполнены порядками ставных сетей длиной 168 м, с размером ячеи 14–40 мм в местах рыбных концентраций, определённых по показаниям научного эхолота EY500.

Сбор ихтиологического материала был выполнен в соответствии с общепринятыми методиками [Правдин, 1966; Методические указания..., 1986].

**Гидроакустическая съёмка на акватории Селенгинского мелководья** была выполнена в период с 23.05.2022 г. по 28.05.2022 г. Общая протяжённость галсов съёмки составила 360 км. На рис. 1–4 представлены фотографии характерных эхограмм скопления омуля на разных глубинах как пелагического, так

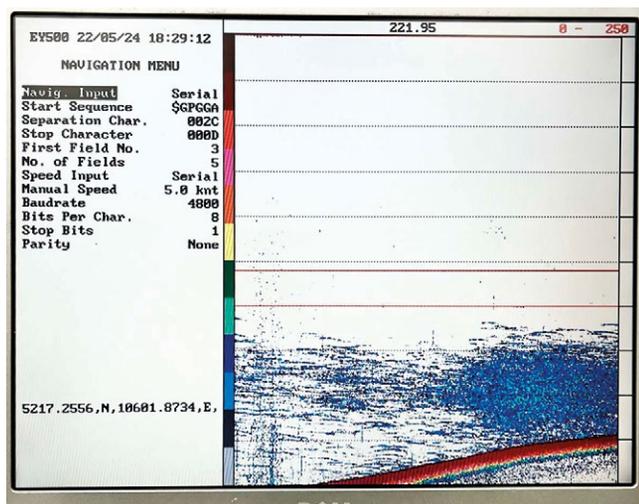


Рис. 1. Эхограмма пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 280 до 220 м

Fig. 1. Echogram of the omul pelagic concentrations. Depth range from 280 to 220 meters

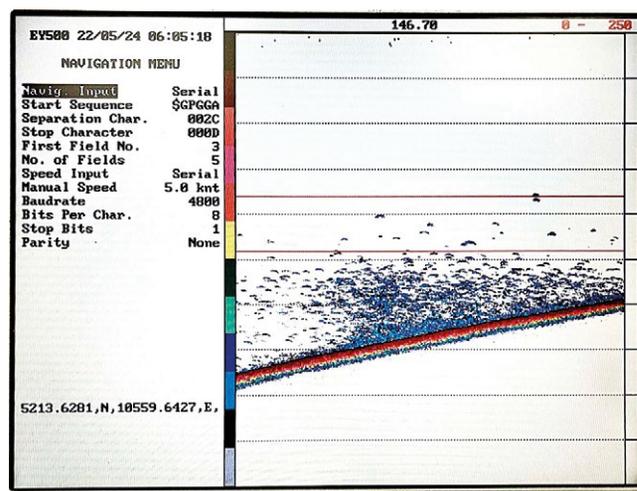
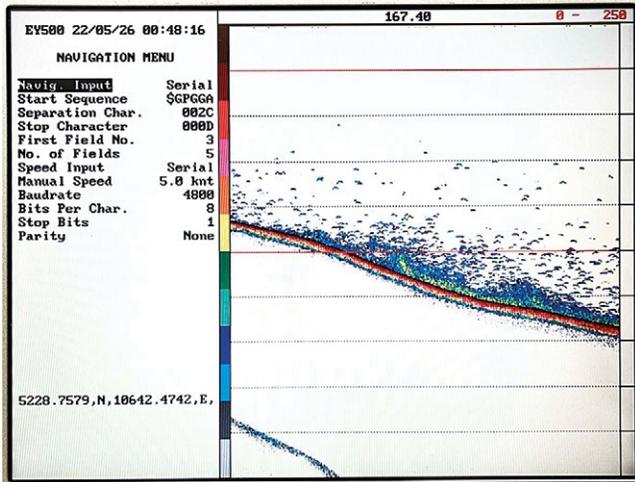


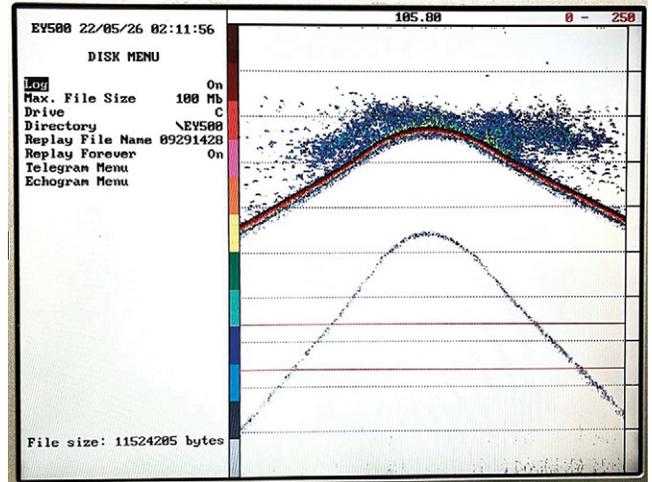
Рис. 2. Эхограмма придонных и пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 190 до 147 м

Fig. 2. Echogram of the omul bottom and pelagic concentrations. Depth range from 190 to 147 meters



**Рис. 3.** Эхограмма плотных скоплений омуля. Диапазон глубин от 105 до 170 м

**Fig. 3.** Echogram of dense concentrations of omul. The depth range is from 105 to 170 meters



**Рис. 4.** Эхограмма придонных скоплений омуля. Диапазон глубин от 60 до 105 м

**Fig. 4.** Echogram of the omul bottom concentrations. The depth range is from 60 to 105 meters

и донного характера. Скопления омуля наблюдались в диапазонах глубин от 60 до 280 метров. Вертикальное развитие регистрируемых скоплений достигало 55 метров (рис. 1).

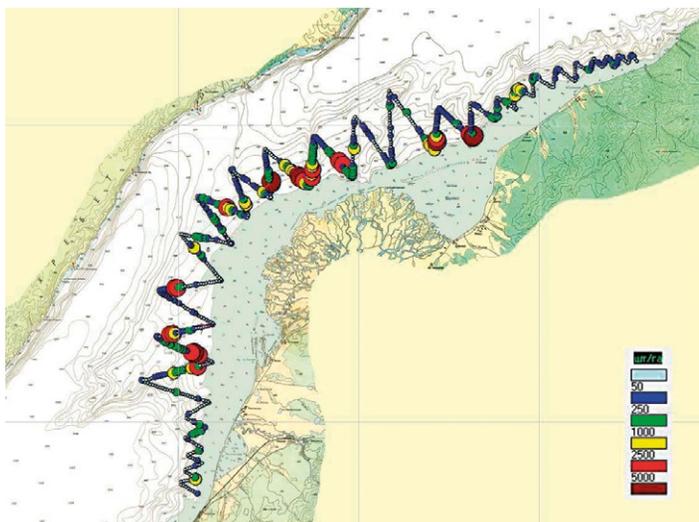
На рис. 5 и 6, соответственно, представлены карта распределения значений поверхностной плотности (экз/га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности на акватории Селенгинского мелководья. Всего было выполнено семь контрольных тралений. По данным биологического

анализа для расчёта биомассы омуля получена зависимость «длина-вес» для Селенгинского мелководья:

$$W = 0,0036 \times L^{3,3641} (P^2 = 0,9837), \quad (2)$$

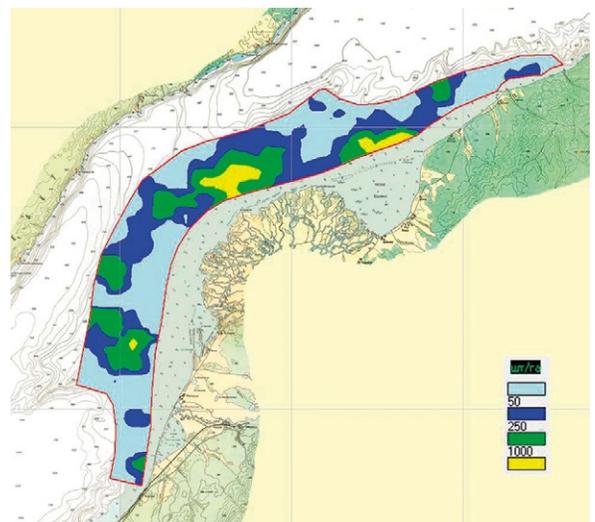
где  $W$  – вес рыбы, г;  $L$  – промысловая длина, см.

**Гидроакустическая съёмка на акватории Северного Байкала** была выполнена в период с 04.06.2022 по 07.06.2022. Общая протяжённость галсов съёмки составила 240 км. На рис. 7 и 8 представлены фотографии некоторых характерных эхограмм скоплений



**Рис. 5.** Карта распределения поверхностной плотности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Селенгинского мелководья

**Fig. 5.** The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the area of the Selenginsky shallow water



**Рис. 6.** Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Селенгинского мелководья

**Fig. 6.** The map of the omul density distribution (pcs/ha) in the area of the Selenginsky shallow water

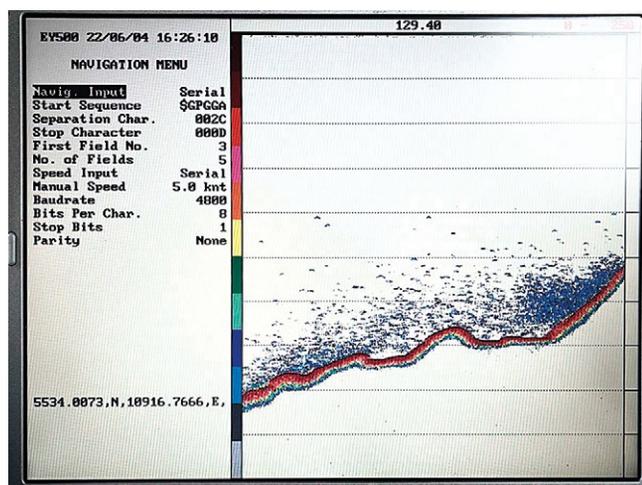


Рис. 7. Эхограмма придонных скоплений омуля. Диапазон глубин от 200 до 129 м

Fig. 7. Echogram the omul bottom concentrations. Depth range from 200 to 129 meters

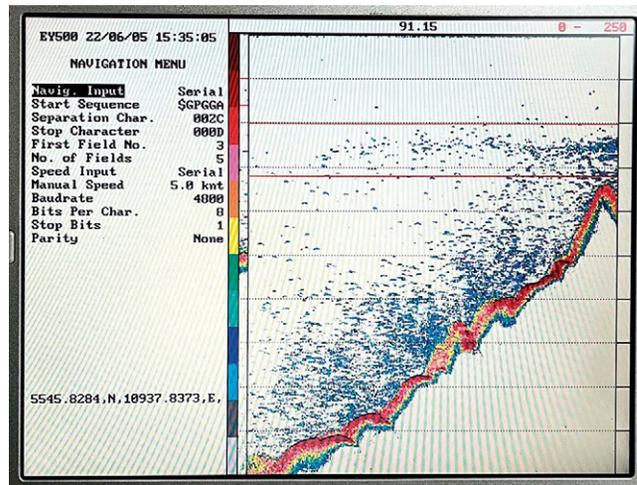


Рис. 8. Эхограмма пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 235 до 80 м

Fig. 8. Echogram of the omul pelagic concentrations. Depth range from 235 to 80 meters

омуля в пределах акватории Северного Байкала. По сравнению с данными 2021 года акватория съёмки была существенно расширена. Плотности регистрируемых косяков были сопоставимы с плотностями в 2021 году. Скопления омуля регистрировались в диапазоне глубин от 50 до 300 м.

На рис. 9 и 10 соответственно представлены карта распределения значений поверхностной плотности (экз/га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности на акватории Северного Байкала. По данным биологического анали-

за контрольных обловов для расчёта биомассы омуля получена зависимость «длина-вес» для Северного Байкала:

$$W = 0,0087 \times L^{3,0785} \quad (p^2 = 0,9725), \quad (3)$$

где  $W$  – вес рыбы, г;  $L$  – промысловая длина, см.

**Гидроакустическая съёмка на акватории Мало-го моря** была выполнена в период с 31.05.2022 по 01.06.2022. Общая протяжённость галсов съёмки составила 150 км. При проведении съёмки существенных скоплений омуля не было обнаружено. Только

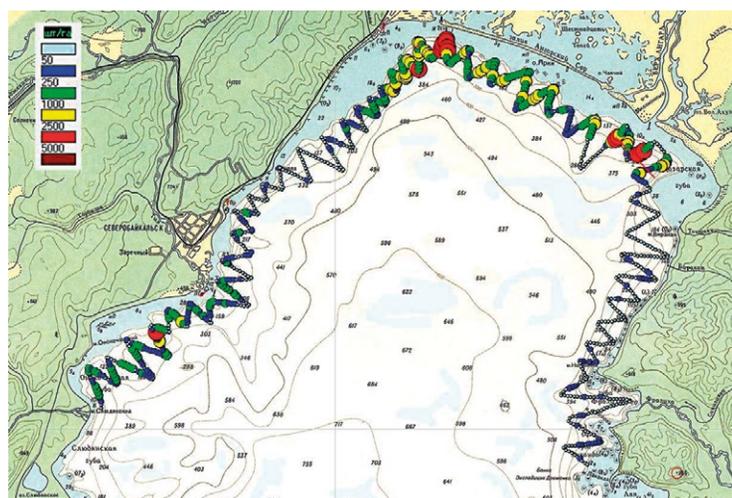


Рис. 9. Карта распределения поверхностной плотности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Северного Байкала

Fig. 9. The map of the omul surface density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of Northern Baikal

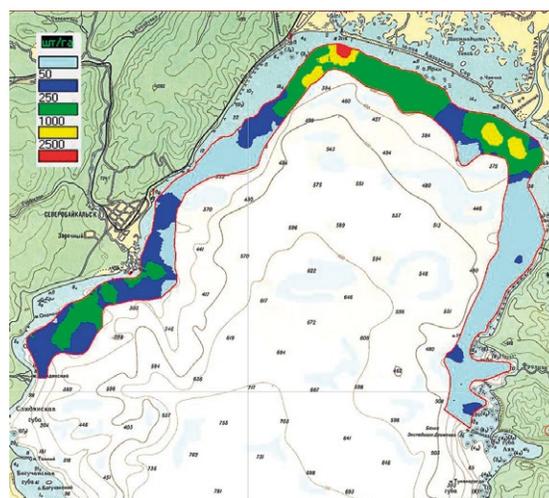
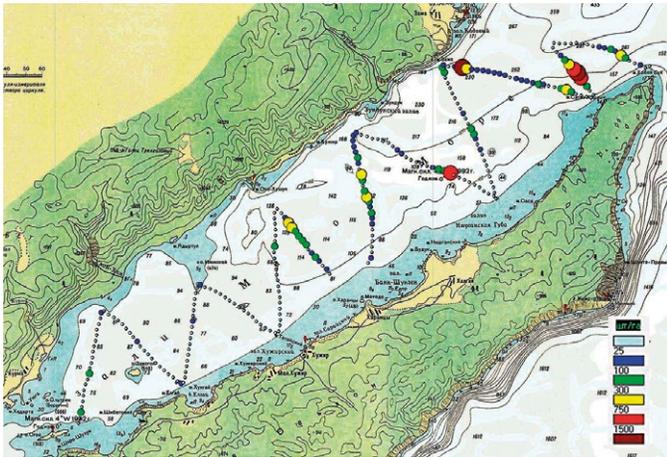


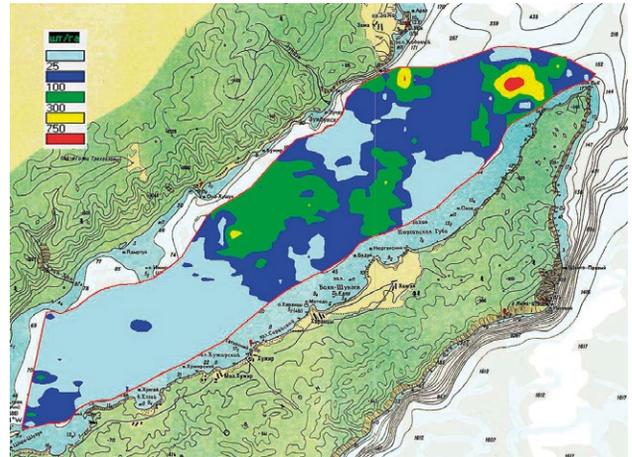
Рис. 10. Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Северного Байкала

Fig. 10. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of Northern Baikal



**Рис. 11.** Карта распределения поверхностной плотности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Малого моря

**Fig. 11.** The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Small Sea



**Рис. 12.** Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Малого моря

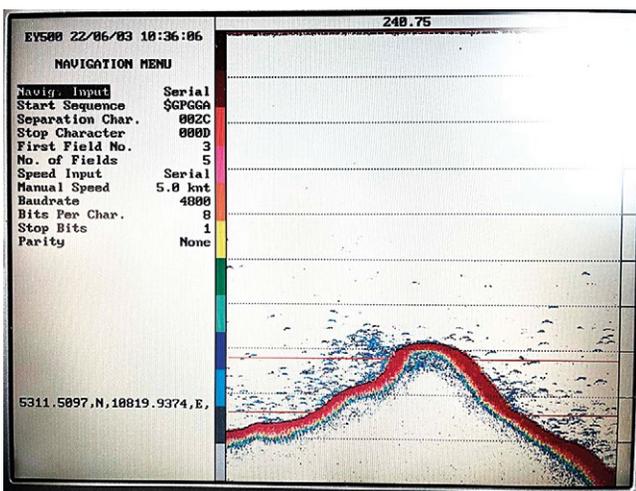
**Fig. 12.** The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Small Sea

при выходе из Малого моря через северные ворота были зарегистрированы скопления омуля, плотно прижатые ко дну на глубинах от 160 до 200 м. На рис. 11 и 12, соответственно, представлены карта распределения значений поверхностной плотности численности (экз/га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности на акватории Малого моря.

**Гидроакустическая съёмка на акватории Баргузинского залива** была выполнена в период с 01.06.2022 по 03.06.2022. Общая протяжённость галсов съёмки составила 167 км. Скопления омуля регистрировались на относительно небольшом участке от м. Безымян-

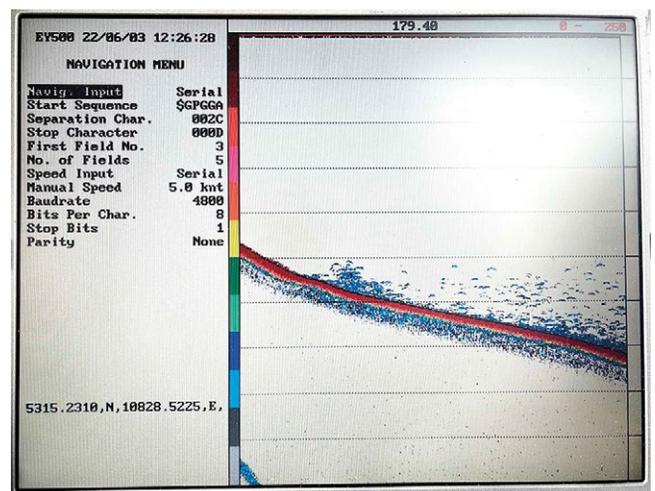
ный на 3–4 км в сторону пос. Усть-Баргузин. Непосредственно в Баргузинском заливе значимых скоплений омуля не наблюдалось. На отдельных участках регистрировались донные скопления омуля низкой плотности. Диапазон регистрации скоплений омуля составил от 110 до 220 м. На рис. 13, 14 представлены фотографии характерных эхограмм скоплений омуля в пределах акватории съёмки.

Карты распределения поверхностной плотности численности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки и карта изолиний его численности отображены на рис. 15 и 16. При расчётах биомассы омуля использовалась зависимость «длина-вес», по-



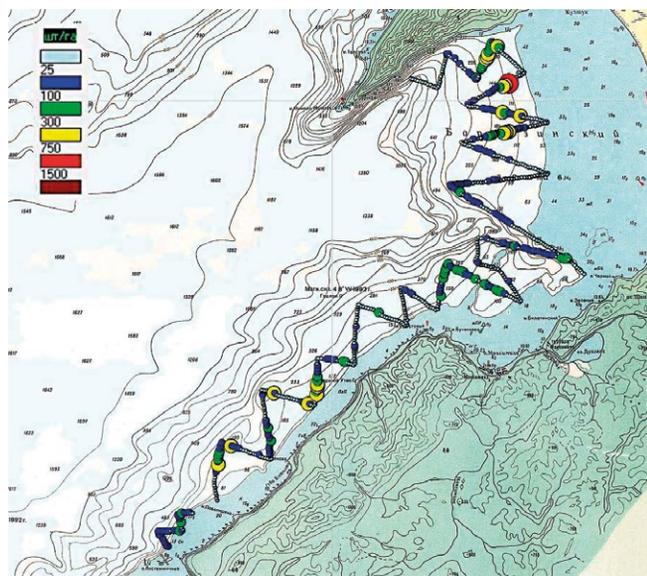
**Рис. 13.** Эхограмма пелагических скоплений омуля. Диапазон глубин от 170 до 240 м

**Fig. 13.** Echogram of the omul pelagic concentrations. Depth range from 170 to 240 meters



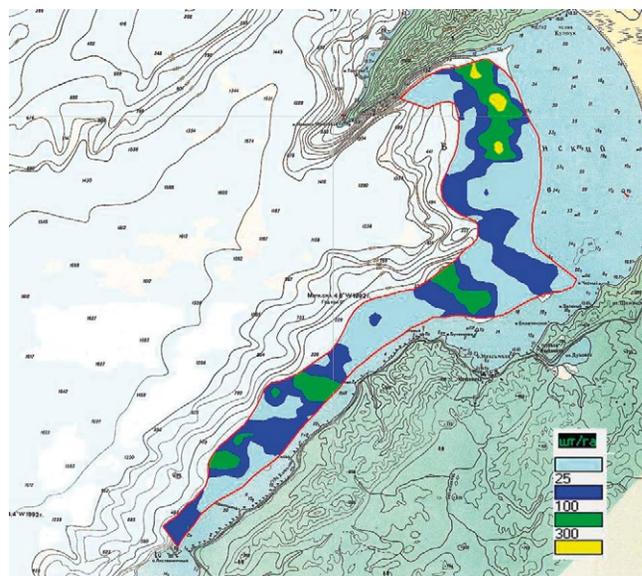
**Рис. 14.** Эхограмма придонного и пелагического скоплений омуля. Диапазон глубин от 118 до 180 м

**Fig. 14.** Echogram of the omul near-bottom and pelagic concentrations. Depth range from 118 to 180 meters



**Рис. 15.** Карта распределения значений поверхностной плотности численности омуля (экз/га) вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Баргузинского залива

**Fig. 15.** The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Barguzin Bay



**Рис. 16.** Карта распределения численности омуля (экз/га) на акватории Баргузинского залива

**Fig. 16.** The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Barguzin Bay

лученная по результатам контрольных обловов в Баргузинском заливе.

По данным биологического анализа контрольных обловов для расчёта биомассы омуля получена зависимость «длина-вес»:

$$W = 0,0039 \times L^{3,3109} (R^2 = 0,9828), \quad (4)$$

где  $W$  – масса рыбы, г;  $L$  – промысловая длина, см.

В таблице представлены результаты расчётов омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в 2022 г. Биомасса, численность и средние значения плотностей на акватории Селенгинского мелководья, представленные в таблице, были рассчитаны, как и в 2021 году, с использованием результатов неводных обловов.

В 2022 г. (данные по неводным уловам) численность омуля в пределах обследованной акватории Селенгинского мелководья, аналогичной предыдущему году, увеличилась в 2,5 раза, при увеличении общей биомассы на 390 т (или 10%). При использовании данных траловых контрольных обловов численность омуля оказалась ещё выше при уменьшении общей биомассы, что объясняется существенно большим количеством мелких особей в улове, нежели при обловах неводом. Такое различие в размерно-весовом составе, возможно, связано с тем, что при тралениях скорость судна была недостаточной, и большая часть крупных особей уходила из устья трала.

Наибольшие плотности омуля были зарегистрированы на акватории Северного Байкала. Результаты

**Таблица.** Результаты расчётов численности и биомассы омуля на акваториях рыбопромысловых участков озера Байкал в 2022 г.

**Table.** The results of the omul number and biomass calculations in the waters of the fishing areas of Lake Baikal in 2022

Район	Площадь, га	Средняя плотность		Биомасса/Численность	
		кг/га	экз./га	тонн	экз.
Селенгинское мелководье	145 122	30	198	4 498 ± 198	28 751 555 ± 1 640 468
Северный Байкал	20 677	42,8	268,4	946 ± 30	5 926 228 ± 220 695
Баргузинский залив	36 847	4,4	47,2	168 ± 9	1 883 544 ± 89 182
Малое море	52 095	6,5	68,0	320 ± 21	3 329 209 ± 223 912

сравнительного анализа в пределах акватории прошлого года показали, что с учётом доверительных интервалов численность омуля и его биомасса практически не изменились. Значительно меньшие концентрации омуля наблюдались на акваториях Малого моря и Баргузинского залива, где средние показания поверхностной плотности численности были в 4 раза (на Малом море) и 5,7 раз (в Баргузинском заливе), а биомассы – в 6,6 (Малое море) и 9,7 раз (Баргузинский залив) меньше аналогичных значений на Северном Байкале.

### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

### **Соблюдение этических норм**

Все применимые этические нормы были соблюдены.

### **Финансирование**

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания ФГБНУ «ВНИРО».

### **ЛИТЕРАТУРА**

- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В.* 2007. Географическая информационная система «КартМастер» // Рыбное хоз-во. № 1. С. 96–99.
- Гончаров С.М., Попов С.Б., Бондаренко В.М., Мельник Н.Г., Смирнова Н.С., Ханаев И.В.* 2008. Измерение силы цели байкальского омуля для повышения точности оценки его запаса в озере Байкал // Рыбное хоз-во. № 3. С. 87–90.
- Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озёрах.* 1986. Л.: ГосНИОРХ. 65 с.
- Правдин И.Ф.* 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть. 376 с.

### **REFERENCES**

- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V.* 2007. «GIS «KartMaster» // Rybnoe khoziastvo. № 1. P. 96–99.
- Goncharov S.V., Popov S.B., Bondarenko V.M., Melnik N.G., Smirnova N.S., Hanaev I.V.* 2008. Measurement of target strength of Baikal omul for increasing the accuracy of its stock assessment in Lake Baikal // Rybnoe khoziastvo. № 3. P. 87–90.
- Guidelines for the collection and processing of ichthyological material in small lakes.* 1986. L.: GosNIORKh. 65 p.
- Pravdin I.F.* 1966. Guide to the study of fish. M.: Food industry. 376 p.

*Поступила в редакцию 21.10.2022 г.*



## Информация. Юбилей / Information

### КаспНИРХ в новом веке

За 125 лет КаспНИРХ прошёл путь от одной из первых в России ихтиологической лаборатории до современного научно-исследовательского учреждения — флагмана рыбохозяйственной науки на Каспии. За эти годы учёные решали самые разнообразные проблемы.

Волжско-Каспийскому бассейну недаром уделялось повышенное внимание. 70% добываемой в России рыбы вылавливалось в нём. В XVIII–XX веках Россия уже владела значительной частью побережий Чёрного, Балтийского морей, морей Северного Ледовитого и Тихого океанов. Тем не менее в Каспийском море ловили рыбы больше, чем в других бассейнах вместе взятых. Лидирующее положение Волго-Каспия в общероссийском, а затем и в общесоюзном улове сохранялось до 1950-х гг. прошлого столетия.

После объединения всех региональных рыбохозяйственных институтов в единый государственный научный центр на базе ВНИРО, с 2019 г. КаспНИРХ является Волжско-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). В настоящее время в его состав входят научно-экспериментальный комплекс аквакультуры «БИОС», молекулярно-генетический центр, отдел «Элистинский» в Республике Калмыкия и отдел «Западно-Каспийский» в Республике Дагестан, имеется специализированный морской и речной флот, у филиала свой музей и библиотека, насчитывающая 65 тысяч изданий, среди которых уникальные труды каспийских экспедиций.

Каспийское море — крупнейший внутриконтинентальный бессточный водоём Земли. Впадающие в него крупные реки — Урал, Волга, Сулак, Терек, Кура, Сефидруд вносят определяющий вклад в водный баланс моря. Когда-то Каспийский бассейн был важнейшим в стране, где добывалось около половины уловов.

На протяжении XXI века под действием разнообразных факторов, включая разные виды антропогенной нагрузки, попадание в бассейн инвазивных видов, снижение уровня Каспийского моря, запасы ряда потребительски ценных видов водных биоресурсов претерпели серьёзные изменения. Потеряли своё промысловое значение сиговые (белорыбица) и осетровые (белуга, русский осётр, севрюга, стерлядь). Роль других видов существенно снизилась, например, воблы. Запасы сазана, леща, судака находятся очень

далеко от своих исторических максимумов. На рубеже веков пропали, а после стали постепенно восстанавливаться запасы каспийских килек.

Возникли и приобрели актуальность вопросы пластикового мусора в водных экосистемах и климатической изменчивости, влияния на экосистемы глобальной логистики и разработки на дне моря месторождений нефтегазового сырья. Изменилась структура рыболовства, управление рыбными запасами вынуждено теперь считаться со всё большей ролью любительского рыболовства в пресноводных водных объектах. Развитие российской экономики заставляет обращать больше внимания на риски для среды обитания водных биоресурсов, связанные с ростом сельскохозяйственного и промышленного производства, водного транспорта. В то же время произошло существенное обособление вновь образованных прикаспийских государств в части мер по сохранению и восстановлению популяций водных биологических ресурсов и их изучению. Усилилась роль широтных и меридиональных трансконтинентальных транспортных коридоров через бассейн моря.

В этих условиях Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» продолжает осуществлять исследования водных биологических ресурсов Каспийского моря и внутренних водных объектов его бассейна, как и 125 лет назад. На протяжении XXI века институтом, затем филиалом, руководили с 2001 по 2006 гг. д. б. н. М.И. Карпюк, с 2006 по 2011 гг. — к. б. н. Г.А. Судаков, с 2011 по 2017 гг. — к. б. н. Т.В. Васильева, с 2017 по 2021 гг. — к. б. н. А.В. Мирзоян, с февраля 2021 г. по июнь 2022 г. — В.С. Плюхин.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») в настоящее время осуществляет комплексные исследования по направлениям, которые наиболее актуальны для развития рыбной отрасли России и в соответствии с особенностями формирования геополитической обстановки и социально-экономической ситуации в регионе. Особое внимание уделяется вопросам, связанным с ресурсными исследованиями, сохранением и восстановлением запасов водных биологических ресурсов, состоянием среды обитания.

В филиале собран уникальный банк биологических, экологических, аквакультурных данных, поль-

зующихся большим спросом не только в науке, но и у широкого круга организаций рыбного хозяйства не только в нашей стране, но и в мире.

Начиная с 2000 г. в России введён мораторий на коммерческий вылов белуги, а позднее, с 2005 г., на осетра и севрюгу. В последующие годы добыча осетровых рыб осуществлялась только для целей искусственного воспроизводства и НИР. Параллельно в эти годы выполнялись траловые съёмки с целью изучения характера и закономерностей распределения заводской молоди в местах выпуска и Каспийском море, был оценён вклад искусственного воспроизводства, а также оценена доля молоди российского происхождения.

Основу морского промысла на Каспии до конца XX века составляли каспийские кильки, среди которых доминировала анчоусовидная килька. В начале XXI века экосистема Среднего и Южного Каспия претерпела значительные изменения под воздействием комплекса глобальных факторов: повышенной сейсмичности моря и стихийного вселения гребневика мнемипосиса – мощного потребителя кормового зоопланктона и хищника икры и личинок пелагических рыб. Под действием перечисленных причин запасы анчоусовидной и большеглазой килек резко сократились, их популяции стали находиться в состоянии глубокой депрессии. В то же время в Каспийском море было установлено, что обыкновенная килька в силу своей экологической пластичности сохранила ресурс и промыслом практически недоиспользовалась. С целью освоения промыслового запаса обыкновенной килки с 2007 г. КаспНИРХ проводятся регулярные научно-промысловые экспедиции в Среднем Каспии, наиболее плотные промысловые концентрации вида формируются в северо-западной части Среднего Каспия с октября по март, когда килька образует зимовальные скопления. Показано, что эффективным орудием лова обыкновенной килки на зимовальных концентрациях в связи с низким её фототаксисом являются разноглубинные тралы. В 2019 г. по рекомендации КаспНИРХа впервые организован промысел обыкновенной килки разноглубинными тралами в западной части Среднего Каспия, и уже к концу 2021 г. вылов достиг прогнозной величины, подтверждая правильность научных изысканий в этом направлении.

Состояние запаса популяции тюленя в современный период вызывает серьёзное беспокойство по причине интенсивной антропогенной деятельности на акватории моря и отсутствия достаточного количества объективной информации по его численности в Каспийском море. Опыт использования передовых

технологий – инструментальных мультиспектральных методов авиаучёта тюленей в Белом, Охотском, Беринговом и других морях создал хорошую методическую и техническую основу для проведения подобных работ в Каспийском море. Применяемые мультиспектральные авиасъёмки в оптическом и инфракрасном диапазонах, впервые проведённые КаспНИРХ в 2012 г., являются наиболее эффективным методом оценки численности популяции каспийского тюленя и позволяют с наибольшей достоверностью оценивать масштабы его воспроизводства на ледовых полях Северного Каспия.

В настоящее время динамика уровня Каспийского моря, вместе с рядом антропогенных факторов, вызвали снижение уловов и запасов полупроходных рыб. В результате существенно возросла в уловах доля «прочих» пресноводных рыб, особенно карася. В современный период среди полупроходных рыб снижение эффективности естественного воспроизводства в наибольшей степени затронуло потребительно ценные промысловые виды, в первую очередь, воблы. Запас воблы, самого массового вида, стабильно снижается, ежегодно примерно на 1 тыс. т. Популяция находится в состоянии депрессии. С целью сохранения популяции воблы в настоящее время разработана комплексная программа по сохранению и восстановлению запасов вида, а также предложен ряд мер по снижению промысловой нагрузки.

В современный период в Каспийском бассейне происходят значительные изменения экологических условий, связанных с уменьшением водности, уровня моря и другими факторами. Изучение особенностей формирования запасов в этих условиях, оценка численности рыб и совершенствование режима промысла являются главными задачами современных учёных. Сотрудники филиала отстаивают интересы рыбного хозяйства Нижней Волги, разрабатывая гидрографы половодья и рекомендации к работе каскада водохранилищ для формирования благоприятных условий естественного воспроизводства водных биоресурсов в ходе заседаний Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы водохранилищ ВКК.

В условиях увеличения антропогенного пресса на водную экосистему региона большое внимание уделяется определению качества среды обитания водных биоресурсов. Исследования воды и донных отложений, выполняемые лабораторией водных проблем и токсикологии, позволяют определить степень загрязнения р. Волга и её основных рукавов, а также объёмы выноса загрязняющих веществ в Каспийское море. Если напряжённость ситуации с загрязнениями

тяжёлыми металлами потеряла актуальность, то всё более обычными становятся, к сожалению, случаи загрязнения водной среды нефтепродуктами и хлорорганическими пестицидами.

На протяжении последних трёх десятилетий сотрудники филиала проводят оценку воздействия хозяйственной деятельности на водные биологические ресурсы региона. С развитием сельскохозяйственного и агропромышленного комплексов, нефтегазодобывающей промышленности, увеличением объёма изъятия водных ресурсов растёт необходимость определения размера вреда водным биоресурсам от ведения хозяйственной деятельности на водных объектах, сопровождающейся гибелью молоди рыб, кормовой базы, отчуждением нерестовых и нагульных площадей. Результатом оценки размера вреда водным биоресурсам являются компенсационные мероприятия, реализацией которых поддерживается биологическое разнообразие и промысловые запасы водных биоресурсов области.

Процесс вселения и распространения чужеродных видов в Волжско-Каспийском бассейне находится под пристальным вниманием учёных-гидробиологов. В начале XXI века проблема стихийных вселенцев резко обострилась после обнаружения в Каспийском море гребневика мнемипсиса, что нанесло колоссальный урон экосистеме Каспия. Обнаружение гребневика берое на широком ареале в 2020 г. предполагает снижение численности и распространения мнемипсиса. В настоящее время в ходе мониторинга выявляются новые виды организмов, как правило, азово-черноморского происхождения, которые адаптируются в пресноводной и морской экосистемах региона. Анализ питания рыб, проводимый сотрудниками лаборатории, позволяет оценить последствия вселения чужеродных видов. Так, веслоногий рачок акартия стал доминирующим кормовым объектом промысловых рыб-планктофагов – обыкновенной и анчоусовидной килек, многощетинковый червь маренцеллярия вошёл в состав пищевого рациона бентосоядных рыб. Трофологические исследования стали неотъемлемой частью экосистемного подхода к изучению биопродуктивности вод и важны для оценки «приёмной ёмкости» Каспийского моря при зарыблении видами рыб, полученных от искусственного воспроизводства и выпускаемых в море для пополнения рыбных запасов.

Лаборатория ихтиопатологии, имея лицензию на право деятельности с патогенными микроорганизмами и гельминтами, проводит оценку качества сырья и среды обитания ВБР. Возобновлены комплексные

исследования каспийских килек. Продолжены работы по изучению эпизоотической обстановки в регионе, распространению опасных для человека паразитов и новообразований у рыб, систематизированию опухолей, встречаемых у промысловых рыб региона. Сотрудники лаборатории участвовали в актуализации и разработке нормативной документации, доработке инструкций по борьбе с болезнями рыб, используемых в аквакультуре, ихтиопатологическом сопровождении рыбоводных заводов Главрыбвода не только области, но и юга России, в совместных исследованиях с ветлабораторией Астраханской области по оценке санитарно-эпизоотической ситуации на рыбопромысловых участках.

Исследования в области аквакультуры направлены на повышение эффективности искусственного воспроизводства ценных, а также промысловых видов водных биоресурсов. Наибольшее практическое значение получили исследования по расширению временных интервалов и пространственных ареалов заготовки осетровых видов рыб (вовлечение озимых групп) и белорыбицы, что позволило увеличить количество производителей, пригодных для целей воспроизводства. Разработаны иммунофизиологические критерии оценки качества производителей и молоди рыб, способы вовлечения в рыбоводный процесс рыб с низким репродуктивным потенциалом, а также технология подавления сапролегниоза на этапе эмбриогенеза, которая позволила использовать икру с низким процентом оплодотворения и получать от неё дополнительный выход предличинок. Широко известность получила технология выращивания укрупнённой молоди осетровых рыб в промышленных условиях и прудах.

Достигнуты стабильные результаты при выращивании молоди белорыбицы в прудах. Разработана безотходная методика транспортировки производителей белорыбицы, технология длительного выдерживания производителей до созревания половых продуктов. Впервые дано биологическое обоснование искусственного воспроизводства шипа.

В направлении товарной аквакультуры проведены исследования о возможности промышленной эксплуатации артемии в естественных водоёмах Астраханской области и дана оценка целесообразности развития пастбищной аквакультуры в гипергалинных водоёмах Астраханской области и Республики Калмыкия.

Разработаны методы оценки продуктивности водных объектов рыбохозяйственного значения на примере модельных водоёмов в зоне западных подступных ильменей Астраханской области для целей товарной аквакультуры.

В настоящее время разрабатывается технология полноциклового выращивания перспективного объекта аквакультуры – австралийского красноклешнёвого рака (*Cherax quadricarinatus*).

За последние десятилетия на НЭКА «БИОС» сформированы ремонтно-маточные стада девяти чистых видов (белуга, русский осётр, севрюга, стерлядь, шип, сибирский осётр, амурский осётр, калуга, веслонос) и одной гибридной формы (бестер). 50% РМС – производители осетровых видов рыб, выращенные методом «от икры» и неоднократно принимавшие участие в нерестовых кампаниях. На комплексе проводится большая селекционно-племенная работа, направленная на корректировку нормативных показателей и биотехнических приёмов формирования, пополнения, содержания и эксплуатации ремонтно-маточных стад. Идентификация и генетическая паспортизация РМС осетровых рыб позволяют проводить работу, направленную на повышение жизнеспособности потомства. Формирование ремонтно-маточных стад позволило снизить зависимость от результатов заготовки производителей осетровых в естественной среде, что актуально в современный период при катастрофическом снижении численности природных популяций. С 2019 г. КаспНИРХ совместно с Филиалом по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») выполняют научно-исследовательскую работу по использованию криоконсервированных половых продуктов белуги и севрюги в целях сохранения водных биоресурсов.

С 2018 г. после достаточно длительного перерыва возобновлены работы по направлениям стандартизации, нормирования и технологии переработки водных биологических ресурсов на базе группы стандартизации и нормирования. Результатом работ является введение в действие ГОСТ «Продукция рыбная пищевая. Методы идентификации икры рыб семейств Осетровые и Веслоносые», ГОСТ «Продукция рыбная пищевая. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов», ГОСТ «Консервы рыбные. «Шпроты в масле». Технические условия» и других нормативных документов отрасли.

В состав КаспНИРХа входит отдел «Западно-Каспийский», в задачи которого входит рыбохозяйственное изучение западного побережья Каспия, внутренних водоёмов, разработка мер, направленных на сохранение и рациональное использование рыбных ресурсов региона, развитие прудового рыбоводства, а также проведение на Каспии исследований экологического направления. В отделе проведена масштабная работа по разработке биологических методов борьбы с гребневиком мнемнописом, успешно

завершены работы по адаптации к каспийской воде гребневика берое овата.

Сотрудники отдела «Элистинский» в сложных аридных условиях Юга России участвовали в создании маточно-ремонтного стада карпа и растительноядных рыб на Чограйском рыбопитомнике, разработали рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала крупных навесок, применительно к условиям Калмыкии, провели экспериментальные исследования по выращиванию веслоноса и осетровых в прудах и садках.

Руководители и сотрудники филиала внесли большой вклад в подготовку Соглашения о сохранении и рациональном использовании водных биологических ресурсов Каспийского моря (Астрахань, 29 сентября 2014 г.), поставившем на твёрдую основу вопросы межстранового взаимодействия по охране и восстановлению рыбных богатств Каспия. Они принимали участие в подготовке Конвенции о правовом статусе Каспийского моря (Актау, 12 августа 2018 г.). В современный период прорабатывается проект Соглашения между правительствами прикаспийских государств о сотрудничестве в сфере морских научных исследований на Каспийском море, обсуждается проект Протокола по борьбе с браконьерством (ННН-промыслом) на Каспии, сотрудники филиала высказывают экспертные мнения в отношении проекта Соглашения о прямых исходных линиях. Ежегодные встречи с прикаспийскими партнёрами позволяют решать назревшие проблемы в областях совместных интересов, обмениваться информацией о предпринимаемых сторонами мерах по охране водных биоресурсов, их искусственном воспроизводстве и исследованиях.

Вхождение в состав большого ВНИРО несколько лет назад расширило возможности и ответственность филиала. С 2018 г. предпринимаются большие усилия по организации тралового промысла обыкновенной кильки в Каспийском море, уловы которой достигают второй год подряд около 30 тыс. т. Мониторинг искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов демонстрирует достижение устойчивых показателей выпуска молоди осетровых видов рыб – более 40 млн экз. Проводимые расчёты приёмной ёмкости моря говорят, что до её насыщения выпускаемой молодью остаётся ещё большой резерв. Молекулярно-генетические исследования подтверждают решающий вклад нашей страны в пополнение популяций каспийских осетровых. Сотрудники филиала ежегодно подготавливают рекомендации по рыбохозяйственной мелиорации и следят за выполнением этих работ. Восстанавливается технологическое подразделение, занимающееся технологиями переработ-

ки сырья водных биологических ресурсов. Расширилась зона ответственности филиала, который теперь курирует ряд поволжских филиалов ВНИРО, что позволяет принимать оптимальные решения по необходимым научно-исследовательским работам в Волжском бассейне.

Летом 2022 г. филиал возглавил М.Н. Горохов, ранее руководивший МагаданНИРО и имеющий большой опыт взаимодействия с рыбной промышленностью и принятия наилучших решений, обеспечивающих рациональную эксплуатацию запасов водных биоресурсов. Под его руководством проводится большая работа по совершенствованию бассейновых правил рыболовства, выработке особых мер по сохра-

нению и восстановлению популяций воблы и кутума, эксплуатации научно-исследовательского флота, модернизации материально-технической базы филиала, управлению отделом «Западно-Каспийский» и отделом «Элистинский» и научно-экспериментальным комплексом аквакультуры «БИОС».

*М.Н. Горохов, С.В. Шипулин,  
В.В. Барабанов, Е.А. Ключина,  
Г.Р. Макарова, А.В. Михайлова,  
О.В. Пятикопова, Н.Н. Харченко*



## Информация. Юбилей / Information

### Жизнь и генетика: к юбилею Льва Анатольевича Животовского



Льву Анатольевичу Животовскому, профессору, доктору биологических наук, выдающемуся учёному, внёсшему большой вклад в популяционную и эволюционную генетику, заведующему лабораторией генетических проблем идентификации Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, главному научному сотруднику Отдела молекулярной генетики ВНИРО, лауреату Государственной премии в области науки и техники РФ, заслуженному деятелю науки РФ, лауреату премии в области эволюционной биологии имени И.И. Шмальгаузена РАН 22 ноября исполнилось 80 лет.

В этой публикации мы расскажем о достижениях Льва Анатольевича в генетической науке, просвещении, педагогике и поделимся впечатлениями от совместной работы и общения с этим незаурядным человеком и учёным.

Наука и Лев Анатольевич связаны неразрывно. В 1959 году он поступил на механико-математический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова на отделение математики, затем учился в аспирантуре Центрального экономико-математического института АН СССР, по окончании которой защитил кандидатскую диссертацию по теории дифференциальных уравнений, научный руководитель – Лев Эрнестович Эльсгольц.

В 1968–74-х гг. Лев Анатольевич работал старшим научным сотрудником во Всесоюзном НИИ животноводства ВАСХНИЛ, а затем в его жизни появился ИОГен АН СССР (ныне – Институт общей генетики имени Н.И. Вавилова РАН). Там, с 1974 г., Лев Анатольевич начал работать в лаборатории популяционной генетики. А в 1982 г. он защитил докторскую диссертацию по теории количественных признаков и отбора в полигенных системах: «Интеграция полигенных систем и проблемы анализа комплекса признаков». С 1984 по 1992 гг. Лев Анатольевич заведовал созданной им лабораторией генетики количественных признаков в ИОГен АН СССР, а с 2007 г. и по настоящее время заведует созданной им лабораторией генетических проблем идентификации в ИОГен РАН. С 2014 г. является главным научным сотрудником Отдела молекулярной генетики ВНИРО.

Лев Анатольевич работает в области генетики популяций животных и растений, биометрии, теории количественных признаков, популяционной генетики человека и судебной генетики, математического моделирования популяционно-биологических и генетических процессов, где его научный путь был отмечен важными и признанными публикациями. С 1990-х до середины 2000-х гг. Лев Анатольевич занимался проблемами эволюции и распространения человечества по планете, получив мировое признание как специалист в этой области генетики человека. В частности, Лев Анатольевич является соавтором статьи в Science (2002) по генетической дифференциации человечества, признанной лучшей статьёй года (по опросу журнала «The Lancet»<sup>1</sup>). В этой статье впервые широко исследовалась дифференциация популяций по недавно открытому классу ДНК-маркеров – микросателлитам. Эта и другие работы в данной области помогли в дальнейшем применить концепцию популяционно-генетического анализа таких ДНК-маркеров применительно к популяциям лососевых рыб. Лев Анатольевич ввёл ряд статистических показателей, которые сейчас широко используются в экологии и других биологических дисциплинах для оценки количественных признаков и сравнения групп особей по этим признакам.

<sup>1</sup> <https://web.stanford.edu/group/rosenberglab/news/lancetPOY.pdf>

С 1991 по 2005 гг. Лев Анатольевич был приглашённым профессором Стэнфордского университета (Калифорния, США). В 1994–1999 гг., а затем с 2003 г. и по настоящее время он является почётным профессором университета штата Аляска (США), в 2000–2001 гг. он был адъюнкт-профессором Университета имени Эдит Кован (Перт, Австралия), а с 2007 по 2009 гг. приглашённым профессором Тартуского университета (Тарту, Эстония).

Наукометрические показатели Льва Анатольевича поражают воображение. По данным сайта eLibrary.Ru (на ноябрь 2022 г.), где указывается информация согласно РИНЦ, он имеет 292 публикации, 12287 цитирований и индекс Хирша – 42. Эти показатели будут ещё выше, если обратиться дополнительно к другим мировым базам научной литературы. Следует отметить – высокий индекс цитирования имеют не только работы, опубликованные в зарубежных журналах, но и в советских и российских изданиях. Цифры отражают актуальность его научного поиска, востребованность работ мировым научным сообществом, активную работу в разных направлениях и весомый вклад в научное познание мира. Большое удивление всегда вызывает у Льва Анатольевича цитируемость его работ: какие-то публикации, о которых он думал, что они будут широко цитироваться, имеют невысокое цитирование, а работы, которые он написал как заметки, неожиданно получают высокое цитирование. Это является подтверждением его же слов, о том, что науку сложно измерить в цифрах, поэтому надо заниматься только тем, что самому представляется важным и интересным.

Вклад Льва Анатольевича Животовского в популяционно-генетическую сферу и сопряжённые области



биологической науки сложно переоценить, как было сказано – круг его интересов широк. Выше мы затронули основные направления и результаты научной деятельности Льва Анатольевича. Ведь цель данной публикации – обозначить масштаб личности, показать глубину изучения проблемных вопросов и ширину научных взглядов Льва Анатольевича. Но чтобы наполнить жизнью эту статистику, опишем детальней его работы по лососевым рыбам.

Интерес к этому направлению у Льва Анатольевича проявился после поступления на работу в ИОГен, в лабораторию популяционной генетики, которой руководил выдающийся ихтиолог-генетик Юрий Петрович Алтухов. После ряда экспедиций в Сахалинскую область, Лев Анатольевич организовал в 1979 г. совместно с Константином Ивановичем Афанасьевым и другими сотрудниками лаборатории научную базу на Курильском ЛРЗ – Лососевом Рыборазводном Заводе (о. Итуруп), где проводились исследования горбуши, *Oncorhynchus gorbuscha* – одного из видов тихоокеанских лососей, и где проработали до конца 1980 гг. На эти и другие годы приходились возникающие провалы в прогнозировании промысловых подходов лососей, в первую очередь, горбуши. В чём было дело? Ведь прогнозы по другим видам – кете, нерке – были более стабильны. Михаил Константинович Глубоковский, с которым Лев Анатольевич познакомился и подружился во Владивостоке, а потом и на биостанциях Института биологии моря, предложил ему подумать над идеей, которая ломала привычные схемы прогнозирования. По воспоминаниям Льва Анатольевича, он сразу её принял, потому что она отвечала его внутренним представлениям об устройстве видов в природе. В результате была предложена концепция флуктуирующих стад горбуши [Глубоковский, Животовский, 1986]. В ней предполагается, что вид состоит из популяций, между которыми возможны значительные обмены в разных регионах в разное время. Популяции как бы флуктуируют из одного региона в другой, частично смешиваясь, и периоды относительной стабильности сменяются периодами флуктуации стад горбуши. По этой причине объёмы и границы нерестовых единиц горбуши нестабильны, а прогнозы численности нерестовых подходов трудно прогнозируемы и зависят от большого числа экологических параметров.

Следующим шагом в обосновании этой концепции и переводе её в ранг теории стало её популяционно-биологическое и генетическое обоснование, результатом которого явилась серия статей по популяционной структуре вида у горбуши и стратегии её прогнозирования и промысла [Глубоковский, Животовский, 1989

а, б; Животовский, Глубоковский, 1989 а; Глубоковский и др., 1989; Животовский и др., 1989]. Отметим, что для популяционно-биологического исследования горбуши М.К. Глубоковский и Л.А. Животовский разработали упрощённую схему морфометрии горбуши и сконструировали соответствующие инструменты – размерные доски для того, чтобы тратить меньше времени на многочисленные промеры тела и плавников для больших по объёму выборках рыб. Более того, существенным обстоятельством в обосновании теории «флюктуирующих стад» стало выяснение роли отбора по изученным ферментным локусам и миграционного обмена между стадами горбуши в генетической дифференциации горбуши. Для этого Лев Анатольевич вместе с сотрудниками своей лаборатории поставил опыты по скрещиванию горбуши на Курильском ЛРЗ, чтобы анализируя семьи в потомстве самок и самцов разных генотипов оценить интенсивность отбора на ранних, наиболее критичных стадиях развития горбуши [Животовский и др., 1987]. А затем на основе этих экспериментов была разработана теория, согласно которой разные по интенсивности миграции приводят к наблюдаемой генетической дивергенции линий горбуши чётных и нечётных лет при одних и тех же векторах локального отбора [Животовский, Глубоковский, 1989 б]. Работа по разным аспектам динамики популяций горбуши продолжалась эпизодически и в последующие годы [Zhivotovsky et al., 1994; Животовский и др., 1996; Geiger et al., 1997; McGregor et al., 1998; Zhivotovsky et al., 2016; Каев, Животовский, 2016, 2017]. Более того, в связи с организацией промысла появилась необходимость в обосновании таксономического статуса линий чётных и нечётных лет у горбуши. Генетические различия между ними – невелики, примерно на уровне подвидовых, однако согласно Кодексу зоологической номенклатуры подвидами они быть не могут, так как обитают симпатрично на одном и том же ареале. Обозначить их как молодые, слабо разошедшиеся генетически виды? С этой мыслью авторы теории «флюктуирующих стад» и их коллеги взялись за новый цикл исследований [Зеленина и др., 2022].

Не могло быть, чтобы за эти годы полевой, экспериментальной и теоретической работы не было юмористичных моментов. Вот один из них. По рассказу Льва Анатольевича, промеряя многие сотни рыб он давно уже обратил внимание на то, что самки горбуши отличаются от самцов по форме плавников: у самок длина спинного плавника меньше высоты анального плавника, а у самцов – наоборот, с редкими исключениями. Как-то, когда в магазины Москвы в начале 1990 гг. завезли большую партию целой «непоро-

той» горбуши, Лев Анатольевич решил устроить дома праздник с участием солёной рыбы, а также солёной икры. И вот в магазине он перебирает рыбу за рыбой, осматривает её и откладывает себе десяток-полтора. Продавщица не выдержала и спросила, а что это вы колдуете над моими рыбками? Лев Анатольевич ответил, что ищет самок. Продавщица ему не поверила, так как у морской серебристой неполовозрелой горбуши (а именно такую тогда завезли в магазины) отличить на глаз самку от самца практически невозможно, и тогда Лев Анатольевич обещал принести ей на пробу солёной икры. Когда принёс, она восхитилась столь практичной ихтиологической теорией и обещала всем рассказывать, что учёные бывают нужны. Заметим, что тогда через короткое время горбушу стали продавать в магазинах поротой – без икры. Так что важным оказалось не только знать маркёр пола, но и успеть применить его на деле и вовремя. Через много лет информация об этом маркёре пола у горбуши, вместе с другим морфологическим маркёром, была опубликована [Животовский, Ким, 2015].

С 2005 г. Лев Анатольевич вернулся к экспедициям, основал в ИОГен научную группу, переросшую затем в лабораторию генетических проблем идентификации (2007 год), и вновь с головой окунулся в мир лососей. На этот раз лаборатория взялась за изучение популяционной организации кеты, *Oncorhynchus keta*, которая в это время стала важнейшим объектом искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей. Тут счастливо соединились начавшееся освоение генотипирования микросателлитных локусов кеты его давними коллегами Константином Ивановичем Афанасьевым и Галиной Алексеевной Рубцовой, а также знание Львом Анатольевичем теории и методов анализа микросателлитной изменчивости. При этом их связывала предыдущая многолетняя экспедиционная и камеральная работа по горбуше. Вместе с ними стала работать по этой теме аспирантка Льва Анатольевича Марина Владимировна Шитова, окончившая Тимирязевскую сельскохозяйственную академию, где Лев Анатольевич увлекательно читал лекции по генетике популяций, и которая поэтому решила ездить в экспедиции и заниматься лососями.

За пятнадцать лет работы лаборатории была собрана огромная база образцов кеты Дальнего Востока России (более 6 тыс. проб) по всему азиатскому ареалу обитания этого вида: более 40 речных бассейнов, более полутора сотен выборок. Работа воплотилась в большое число статей по популяционной структуре кеты: диких и заводских популяций Сахалинской области [Афанасьев и др., 2006, 2008; Животовский и др., 2008; Рубцова и др., 2008; Шитова и др., 2009],

летней кеты рек Поронай и Амур [Животовский и др., 2017а, 2021; Лапшина и др., 2014–2018], озёрной кеты Южных Курил [Каев и др., 2008; Животовский и др., 2009, 2022 а], кеты Приморья и северной части дальневосточного нерестового ареала – Камчатки и Чукотки [Шитова и др., 2017, 2020].

В недавней статье [Животовский, 2022] предложен общий алгоритм деления нерестовой части ареала на экогеографические районы (ЭГР) на основе ряда экологических и географических критериев. Соответственно, территория Дальнего Востока России была поделена на более чем 30 ЭГР, которые можно принять за территориальные комплексы нерестовых озёрно-речных систем (дополняя каждый из них прилегающей полосой побережья, куда скатывается смолтифицированная молодь), где размножаются и переживают ранний, критический период жизни следующие поколения лососей и формируется основной потенциал их численности. Применительно к конкретному виду лососевых рыб территориальную сеть ЭГР можно далее подразделить на экогеографические единицы (ЭГЕ), принимая во внимание экологические и генетические различия между популяционными группировками. В частности, эта концепция была применена к кете [Животовский и др., 2022 б]. Каждая ЭГЕ имеет свои географические границы и может включать несколько нерестовых популяций. Экогеографические единицы являются важными элементами внутривидовой структуры и могут рассматриваться как «нерестовые единицы запаса», которые необходимы при разработке стратегии управления запасами водных биологических ресурсов, так как они учитывают биологические (а не административные – рыболовные зоны и подзоны) границы группировок лососей. В частности, при искусственном воспроизводстве крайне нежелательны перевозки оплодотворённой икры между популяциями одного вида из разных ЭГЕ. К слову, концепция экогеографических единиц была впервые введена при изучении видовой структуры сахалинского тайменя, *Parahucho perryi* [Zhivotovsky et al., 2015], а затем была рассмотрена как общая эколого-географическая модель организации вида в природе [Животовский, 2016, 2017, 2021].

За последние пятнадцать лет, помимо кеты, лаборатория Льва Анатольевича исследовала популяции других видов лососевых рыб – нерки, симы, кунджи, гольца, сахалинского тайменя – и обращалась к разным проблемам. В частности, собрана и изучена база образцов по проходной нерке Камчатки и Чукотки и южнокурильским популяциям этого вида, изучены методические вопросы генотипирования [Рубцова и др., 2016], исследован природоохранный статус

жилой нерки оз. Кроноцкого на Камчатке [Животовский и др., 2019]. Изучена генетика популяции симы (*Oncorhynchus masou*) Сахалина, Итурупы и материкового побережья Японского моря, а также выборка формозской симы (о. Тайвань), проводшей порядка 10–12 тысяч лет в полной репродуктивной изоляции от других популяций вида в верховьях одной из горных рек о. Тайвань [Животовский и др., 2017 б]. Велась работа по кундже *Salvelinus leucomaenis* [Афанасьев и др., 2013], исследован вопрос таксономического статуса белого гольца *Salvelinus albus* [Животовский и др., 2016]. Разработан метод видовой генетической идентификации лососевых рыб [Животовский и др., 2013], предложено консенсусное филогенетическое дерево лососевых рыб с детализацией положения тихоокеанских лососей и форелей [Животовский, 2015 а, б]. Внимание уделялось также проблемам искусственного разведения тихоокеанских лососей [Животовский, 2006; Rand et al., 2012; Zhivotovsky et al., 2012; Животовский, Смирнов, 2018 а, б]. Помимо лососевых рыб Дальнего Востока, была исследована генетическая дивергенция кумжи *Salmo trutta* Каспийского и Белого морей [Животовский и др., 2018], изучена уникальная популяция озерной трески (*Gadus morhua kildinensis* Derjugin – т. н. кильдинская треска) на о. Кильдин (Мурманская область), в течение полутора тысяч лет обитающая в небольшом изолированном от моря меромиктическом оз. Могильное с максимальной глубиной 15 м [Zhivotovsky et al., 2016; Teterina, Zhivotovsky, 2016].

Лев Анатольевич – организатор двух лабораторий в ИОГен РАН: лаборатории генетики количественных признаков (просуществовала восемь лет, с 1984 по 1992 гг.) и лаборатории генетических проблем идентификации (в декабре 2022 г. этой лаборатории исполняется 15 лет).

В лаборатории сложился сплочённый коллектив – вместе работают опытные сотрудники, специалисты своего дела. С ними Лев Анатольевич неоднократно ездил в экспедиции на Дальний Восток, все коллеги проверены временем и тяготами экспедиционной жизни. Ведь экспедиционная работа является неотъемлемой частью жизни лаборатории. Поддерживаются крепкие научные и производственные связи с сотрудниками ВНИРО, его региональных отделений (СахНИРО, ТИНРО, ХФТИНРО, а также рыбоводных заводов Сахалинской области).

Лев Анатольевич Животовский – настоящий научный руководитель лаборатории! Он не только направляет и поддерживает её деятельность научными грантами и договорами, планами лабораторных и экспедиционных работ и их воплощением в жизнь, напи-

санием статей и книг — как основного мерила успеха академической научной группы. Он руководствуется при этом научными концепциями и новыми идеями, что придаёт смысл и направленность каждодневной работе. Добавим, что Лев Анатольевич создал и поддерживает поразительно приятную, дружелюбную, уважительную атмосферу внутри коллектива: по словам давних сотрудников, им хочется ходить на работу и именно работа поддерживает их в течение многих лет! Удивительно лёгкая и дружественная атмосфера коллектива отмечается коллегами из других лабораторий ИОГен и разных учреждений. Заслуга в этом Льва Анатольевича Животовского. Такой штрих: в течение многих лет в канун Нового года Лев Анатольевич организует встречи «расширенной лаборатории», на которые приходят все те, кто работал с нами раньше, кто ездил с нами в экспедиции, а также наши постоянные коллеги. Даже на страничке лаборатории на сайте ИОГен Лев Анатольевич разместил фотографию, на которой не только постоянные сотрудники лаборатории, но и бывшие аспиранты, уже закончившие и работающие в других коллективах. Как руководитель лаборатории, он обладает чуткостью к коллегам, даёт достаточно свободы в научном поиске сотрудников и всегда поддерживает новые начинания. По-видимому, главная его цель — поддержание неугасающего научного интереса в глазах коллег-исследователей. А эта задача не из лёгких.

Лев Анатольевич ввёл негласное правило — каждый сотрудник и аспирант обязан участвовать хотя бы в одной экспедиции, чтобы видеть вживую объект исследования в среде обитания и иметь наглядное представление о нём. В душе всех аспирантов эти поездки оставили яркие впечатления и придали особый колорит научной работе в стенах лаборатории. Первым аспирантом лаборатории генетических проблем идентификации — с 2005 г. — была Марина Владимировна Шитова, соавтор этой статьи. Вот её взгляд на работу в лаборатории: «Научная работа сотрудников в стенах лаборатории представляет собой чередование экспедиционных поездок в летний сезон и рутинной научной работы в зимний период (обработка полученных данных и различные эксперименты, интерпретация результатов). Яркие поездки по диким местам Дальнего Востока влюбились меня в этот край, показали многообразие природы России, а рутинная научная работа в стенах лаборатории подарила удивительную возможность научного познания мира и эйфорию от первых маленьких открытий».

Много ярких историй вспоминаются в перерывах между работой за чашкой чая и вновь проживаются коллегами. По мнению авторов этой статьи, уже мож-

но написать небольшую книгу забавных и удивительных рассказов из экспедиционной жизни. За время существования лаборатории было проведено множество экспедиций по всему Дальнему Востоку (Курильские острова — Кунашир и Итуруп), о. Сахалин, Камчатка, Командорские острова, Чукотка, Приморье, Хабаровский край и на европейский север — о. Кильдин (Кольский полуостров). Ежегодно в экспедиции протяжённостью один-два месяца выезжало по две-три экспедиционные группы, и непосредственным участником многих из них был Лев Анатольевич, где он вместе со всеми разделял тяготы и радости экспедиционной жизни.

Льва Анатольевича мы все знаем давным-давно — кто двадцать лет, а кто в два раза дольше. Большую роль в очном общении играли и играют экспедиции, личные встречи, а также научные конференции — как внутри страны, так и за рубежом. Международные контакты были плодотворными для всех, так как мы все были объединены общими тематиками, в т. ч. по лососевым рыбам. Как вспоминает один из нас, ко Льву Анатольевичу всегда можно обратиться за каким-либо разъяснением по возникающим генетическим вопросам (что было порой актуально на международных совещаниях), и он тут же предлагает решение или выход из ситуации. Он сотрудничает с разными зарубежными коллегами. Если ограничиться только рыбохозяйственной тематикой, то было длительное сотрудничество с Университетом штата Аляска (Фейербанкс, Джуно), где Лев Анатольевич много лет является почётным профессором, и с Центром дикого лосося в Портленде (штат Орегон), с которым осуществляется многолетняя совместная работа по сахалинскому тайменю, участие в совещаниях, организуемым NPAFC и PICES. Является членом Межведомственной ихтиологической комиссии Росрыболовства.



Лев Анатольевич в своей рабочей деятельности никогда не ограничивается только наукой и исследованиями. Он активно участвует в просвещении и школьников, студентов и аспирантов, молодых учёных, в частности на научных школах-симпозиумах, организуемых ВНИРО. Проще сказать, все, кто хотят поучиться у Льва Анатольевича, имеют для этого возможность. Можно перечислить и многочисленные доклады, в том числе научно-популярные, посвящённые лососевым рыбам, охране популяций, а также и учёным, сыгравшим большую роль в развитии отечественной науки, например, эволюционисту Алексею Владимировичу Яблокову (выступление на междисциплинарном семинаре «Биология развития», чтения памяти А.В. Яблокова<sup>2</sup>). Многие из видеозаписей докладов можно найти в открытом доступе в Интернете (например, две лекции «Популяционная структура вида: экология и генетика» в двух частях,<sup>3</sup> лекции «Как генетика может помочь раскрыть преступление?<sup>4</sup>», «Практические задачи популяционно-генетических исследований рыб»,<sup>5</sup> «Эколого-генетический подход к выделению единиц запаса водных биоресурсов»<sup>6</sup>).

Лев Анатольевич читал курс лекций по генетике популяций в разных вузах и учреждениях страны и за рубежом: на кафедре генетики биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в Новосибирском государственном университете, в Сахалинском государственном университете, в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в Тартуском университете (Эстония), в Стэнфордском университете (Калифорния, США) и во множестве других учебных заведений. В 2012–2013 гг. Лев Анатольевич вёл небольшой курс лекций по математическому аппарату в популяционной генетике на внутри лабораторном семинаре в ИОГ РАН для сотрудников лаборатории и приглашённых слушателей. В 2021 г. он разработал и прочитал курс по генетике природных популяций для аспирантов и всех желающих в ИОГен РАН, а в 2022 г. — для студентов Физтеха, и по его рекомендации всем слушателям курсов были закуплены и индивидуально розданы экземпляры его только что изданного учебника «Генетика природных популяций». К слову, в начале ноября этого года во ВНИРО проходила Научная школа молодых исследователей по геномике, в которой участвовали представители разных региональных отделений ВНИРО, и где вступительную лекцию о тео-



рии и практике генетики и экологии популяций прочитал Лев Анатольевич. Организаторы конференции закупили его учебник по генетике природных популяций и подарили всем участникам Научной школы.

Есть у Льва Анатольевича и эссе, посвящённые коллегам, с которыми довелось работать, например, воспоминания о Николае Васильевиче Глотове, его руководителе во время учёбы на ФПК (каф. генетики МГУ), а также соавторе книги-учебника по биометрии, «Вспышки из прошлого (о Николае Васильевиче Глотове)».<sup>7</sup> Такие книги ценны живостью и достоверностью воспоминаний, они позволяют увидеть, как работали в науке яркие личности, вдохновенно и полностью отдаваясь ей, и благотворны для подрастающих учёных и тех, кому не хватает вдохновения и мотивации в своей научной деятельности.

Лев Анатольевич — прирождённый полевик, обожающей природу и, видимо, поэтому изучающий природные, дикие популяции. Свой 70-летний юбилей Лев Анатольевич провёл в экспедиции на о. Кунашир, мы (московские, сахалинские и кунаширские друзья-коллеги) были все вместе с ним там в этот день на реке, можно сказать — вместе с рыбами. В честь семидесятилетия Льва Анатольевича в январе 2013 г. была организована школа «Методы популяционной генетики».<sup>8</sup> Она проходила в уютном и знакомом многим биологам, особенно московским, месте — на Звенигородской биологической станции. На ней собрались студенты, аспиранты и учёные из разных городов России и даже из разных стран. А лекторский состав был прекрасен — и сам Лев Анатольевич, и Николай Васильевич Глотов, и Елена Александровна Салменкова, и Николай Сергеевич Мюге, и Дмитрий Витальевич Зайкин, и многие другие. Кажется, что, в первую оче-

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=4KjrX7tRTHU>

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=GOwZP6FR4KQ> и <https://www.youtube.com/watch?v=XrVVUzG9Sfs>

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=cZOaAb5dHbl>

<sup>5</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=95JIL59dobl>

<sup>6</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=YiMeuaaBiOo>

<sup>7</sup> [https://ipae.uran.ru/sites/default/files/gallery/files/Животовский%20\(Вспышки%20из%20прошлого\).pdf](https://ipae.uran.ru/sites/default/files/gallery/files/Животовский%20(Вспышки%20из%20прошлого).pdf)

<sup>8</sup> <http://vigg.ru/nauchnaja-deyatelnost/konferencii-i-shkoly/shkola-metropgen2013/>

редь, цель была одна – рассказать об охране природных популяций, о методах популяционной генетики, то есть – просто обменяться знаниями. Может быть, целью ещё можно назвать встречу для лекторов, ведь они – друзья, коллеги, ученики, и не всегда есть время и возможность встретиться, даже живя в одном городе, не говоря уже о разных странах. Но если взглянуть глубже, основным было вдохновить друг друга, поддержать, побыть друг с другом и восстановить ту тонкую атмосферу научного восторга и энтузиазма, которая легко улетучивается и исчезает и которую так сложно уловить вновь и удержать. И это не просто слова, мы, участники той школы, нередко обсуждали её с другими участниками, вспоминали особую атмосферу и то, как на нас, не только в плане карьеры, в работе, но и просто лично повлияла та школа.

Среди других моментов, связанных с просвещением, обязательно стоит указать общение Льва Анатольевича с коллегами, рабочие встречи и семинары. На лабораторных семинарах и кратко обсуждались полученные результаты, и новые прочитанные статьи, и конкретные научные проблемы. Заслушивались от-

чёты об экспедициях и поездках, работы аспирантов, а ещё – приходили приглашённые докладчики. Во всём велось очень плотное и активное обсуждение. Льву Анатольевичу всегда удаётся сгладить острые углы в научных дебатах и направить научную дискуссию коллектива в конструктивное русло.

Из написанного нами выше виден масштаб личности Льва Анатольевича и его вклад в науку и образование и, конечно, в поддержание чувства радости, энтузиазма и вдохновения от познания нового, которое в наше время редко и, вместе с тем, невероятно ценно и важно. В завершение нашего повествования поздравляем Льва Анатольевича Животовского с 80-летним юбилеем и желаем ему долгих лет жизни, светлых горизонтов и новых идей.

*М.К. Глубоковский, М.В. Шитова,  
Н.А. Потапова, Н.С. Мюге,  
С.Ю. Орлова, В.Н. Леман,  
А.И. Никифоров, А.М. Каев,  
В.И. Карпенко, Е.А. Шевляков*

## ИЗБРАННЫЕ НАУЧНЫЕ ТРУДЫ Л.А. ЖИВОТОВСКОГО (В ХРОНОЛОГИЧЕСКОМ ПОРЯДКЕ)

*Глубоковский М.К., Животовский Л.А.* 1986. Популяционная структура горбуши: система флюктуирующих стад // Биология моря. № 2. С. 39–44.

*Глубоковский М.К., Животовский Л.А.* 1989. Популяционная организация горбуши: факты и модели // Генетика в аквакультуре. Л.: Наука. С. 47–67.

*Животовский Л.А., Глубоковский М.К., Викторский Р.М. и др.* 1989. Генетическая дифференциация горбуши // Генетика. Т. 25. № 7. С. 1261–1274.

*Zhivotovsky L.A., Gharrett A.J., McGregor A.J., Glubokovsky M.K., Feldman M.W.* 1994. Gene differentiation in Pacific Salmon (*Oncorhynchus sp.*): Facts and Models with reference to pink salmon (*O. gorbuscha*) // Canad. J. Aquat. Sci. V. 51 (suppl. 1). P. 223–232.

*Зиничев В.В., Леман В.Н., Животовский Л.А., Ставенко Г.А.* 2012. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей. М.: Изд-во ВНИРО. 240 с.

*Zhivotovsky L.A., Fedorova L.K., Rubtsova G.A. et al.* 2012. Rapid expansion of an enhanced stock of chum salmon and its impacts on wild population components // Env. Biol. Fish. (Springer Netherl.). V. 94. P. 249–258.

*Животовский Л.А., Шайхаев Е.Г., Шитова М.В.* 2013. Метод идентификации биологических образцов лососевых рыб по микросателлитным маркерам с использованием идентичного набора ПЦР-праймеров // Биология моря. Т. 39. № 6. С. 459–466.

*Животовский Л.А.* 2013. Сохранение природных популяций – основа устойчивого воспроизводства биоресурсов (на примере лососевых рыб Сахалинской области). // Глобализация, региональное развитие и проблемы окружающей среды. Ю-Сахалинск: СахГУ. С. 36–41.

*Животовский Л.А.* 2015. Эволюционная история тихоокеанских лососей и форелей // Труды ВНИРО. Т. 157. С. 4–23.

*Zhivotovsky L.A., Yurchenko A.A., Nikitin V.D. et al.,* 2015. Eco-geographic units, population hierarchy, and a two-level conservation strategy with reference to a critically endangered salmonid, Sakhalin taimen *Parahucho perryi* // Conservation Genetics. V. 16. P. 431–441.

*Животовский Л.А.* 2016. Популяционная структура вида: Эко-географические единицы и генетическая дифференциация популяций // Биология моря. Т. 42. С. 323–333.

*Zhivotovsky L.A., Teterina A.A., Mukhina N.V., et al.,* 2016. Effects of genetic drift in a small population of Atlantic cod (*Gadus morhua kildinensis* Derjugin) landlocked in a meromictic lake: Genetic variation and conservation measures // Conservation Genetics. V. 17. P. 229–238.

*Zhivotovsky L.A., Tochilina T.G., Shaikhaev E.G., et al.,* 2016. Hybrids between chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and pink salmon (*O. gorbuscha*): High growth rate, intermediate age, intermediate color pattern, different scale shape, and potential negative effects on pink and

chum salmon production // Journal of Fish Biology. V. 89. P. 2098–2106.

Тетерина А.А., Животовский Л.А. 2017. ДНК-маркеры для идентификации стационарного и мигрирующего экотипов атлантической трески *Gadus morhua* // Генетика. Т. 53. С. 872–876.

Каев А.М., Животовский Л.А. 2017. О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад // Вопросы ихтиологии. Т. 57. С. 264–274.

Животовский Л.А., Лапшина А.Е., Михеев П.Б. и др. 2017. Дивергенция сезонных рас кеты (*Oncorhynchus keta*) рек Амур и Поронай: Экология, генетика, морфология // Биология моря. Т. 43. С. 284–292.

Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Никитин В.Д. и др. 2017. Генетическая дифференциация и вопросы сохранения популяций сима *Oncorhynchus masou* Brevoort, 1856 (Pisces: Salmonidae) // Биология моря. Т. 43. С. 70–78.

Животовский Л.А., Смирнов Б.П. 2018. Стратегия воспроизводства тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Вопросы рыболовства. Т. 19. № 3. С. 285–299.

Животовский Л.А. 2021. Генетика природных популяций. Москва. ИОГен РАН. 600 с. Типография «Вертикаль» (г. Йошкар-Ола).

Животовский Л.А., Подорожнюк Е.В., Кульбачный С.Е. и др. 2021. Экогеографические единицы и единицы запаса кеты *Oncorhynchus keta* Амурской зоогеографической провинции // Вопросы ихтиологии. Т. 61. С. 432–440.

Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Шитова М.В. и др. 2022. Популяционная структура кеты Дальнего Востока России: биогеографическая классификация, генетическая дифференциация и экогеографические единицы вида // Генетика. Т. 58. С. 438–449.

Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Каев А.М. и др. 2022. Эколого-географическая и генетическая дифференциация – единицы запаса кеты (*Oncorhynchus keta*) южных Курильских островов // Вопросы ихтиологии. Т. 62. С. 335–344.

Животовский Л.А. 2022. Промысловое районирование и выделение районов воспроизводства дальневосточных лососей // Успехи современной биологии. Т. 142. № 5. С. 487–497.

Зеленина Д.А., Животовский Л.А., Сошнина В.А., Вилкова О.Ю., Глубоковский М.К. 2022. Внутривидовая дифференциация азиатской горбуши по данным о последовательности митохондриального гена СУТВ // Генетика. Т. 58, № 11. С. 1280–1291.



## Информация. Юбилей / Information

### Аркадий Сергеевич ШЕИН 110 лет со дня рождения



Аркадий Сергеевич Шеин родился 24 декабря (по старому стилю) 1912 г. Вся его жизнь была наполнена упорным творческим трудом. В 1931 г. он окончил техникум электропромышленности. Поступив в 1934 г. на радиофакультет Московского электротехнического института связи, в 1939 г. он создал частотомер с прямым отсчётом по шкале, применив в нём принципиально новый метод – интегрирование электрических импульсов. В 1940 г. Аркадий Сергеевич закончил конструирование осциллографа с инерционным экраном и защитил по этой работе дипломный проект. Оба прибора, по решению Техсовета НКЭП, были рекомендованы к внедрению на заводах электропромышленности.

Разработанная А.С. Шеиным технология изготовления высокочувствительных пьезоэлементов стала основой для создания первого в Советском Союзе завода пьезокристаллических приборов. В октябре 1941 г. А.С. Шеин был назначен главным инженером, а в декабре того же года – и директором Государственного завода № 633 по выпуску специальной акустической аппаратуры для фронта. С момента органи-

зации и в последующие годы завод бесперебойно поставлял ВМФ пьезобатареи ПБ-20, предназначенные для шумопеленгаторов «Марс», которыми во время Великой Отечественной войны были оснащены подводные лодки. Это было особенно важно, так как в начале войны наш флот ещё не имел гидролокаторов.

Разработанный А.С. Шеиным пьезоэлектрический стетоскоп с кристаллическим щупом позволял обнаруживать часовые механизмы неразорвавшихся вражеских авиабомб на глубине до 10 м. Он был принят на вооружение под названием ПСШ-1. Самым массовым изделием завода в период с 1941 по 1947 гг. были пьезотелефонные капсулы ПК-1, которыми комплектовались все шесть видов акустической аппаратуры, разработанной под непосредственным руководством А.С. Шеина.

За создание новой техники для фронта и освоение её в производстве А.С. Шеин был награждён орденом Красной Звезды, медалями «За трудовую доблесть», «За оборону Москвы», «За доблестный труд во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.» и «В память 800-летия Москвы».

В январе 1949 г. А.С. Шеин перешёл на работу во ВНИРО на должность заведующего лабораторией гидроакустических приборов. К концу первого года работы под его руководством был создан комплект приёмо-усилительной гидроакустической аппаратуры для морских биоакустических исследований. Созданный из кристаллов сегнетовой соли широкополосный гидрофон высокой чувствительности в последующие 25 лет с большим успехом использовался в биоакустических исследованиях. В 1951 г. по техническому заданию, разработанному А.С. Шеиным, был изготовлен действующий макет рыболокатора «Скорпион», установленный на СРТ «Контакт», он успешно прошёл испытания на Чёрном море и вступил в опытную эксплуатацию, оказывая оперативную помощь промышленникам.

В 1954 г. по чертежам, подготовленным лабораторией гидроакустики ВНИРО, было изготовлено 300 комплектов узлов и деталей для приспособления навигационных эхолотов НЭЛ-4С. В кратчайшие сроки 300 промысловых судов получили возможность записи эхосигналов от рыбы под килем судна. Был открыт новый этап в развитии промышленного рыболовства.

В 1954 г. по предложению А.С. Шеина была внедрена в производство схема специального рыбопоискового эхолота НЭЛ-5Р (взамен эхолота НЭЛ-4СУ) с повышенным (в 6 раз) коэффициентом усиления для обеспечения поиска более разреженных скоплений рыбы на больших глубинах. За два года были введены в строй 490 рыбопоисковых эхолотов.

Последняя разработка А.С. Шеина с использованием пьезокристаллов сегнетовой соли – аппаратура «Гринда», имитировавшая мощные звуки кита-горбача, предназначенная для удержания рыбы в кошельковом неводе. В результате проведённой в 1972 г. опытной эксплуатации четырёх комплектов «Гринды», установленных на дальневосточных промысловых судах, уловы сайры возросли на 10–14%.

В течение почти четверти века своей деятельности во ВНИРО А.С. Шеин занимался разработкой и совершенствованием гидроакустических рыбопоисковых приборов. Параллельно с этим он развивал исследования по кристаллофизике, направленные на создание высокоэффективных гидроакустических преобразователей для модернизированных эхолотов НЭЛ-5Р (при замене магнитострикционного приёмного преобразователя на пьезоэлектрический чувствительность повысилась в 8 раз).

В военно-морской гидроакустике особое место заняли созданные А.С. Шеиным кольцевые пьезоэлектрические преобразователи. Ещё в период разработки действующий макет аппаратуры звукопроводной связи 30 октября 1955 г. был применён во время спасательных операций линкора «Новороссийск» на Чёрном море. Аппаратура «Кама» с кольцевыми пьезокристаллическими преобразователями А.С. Шеина впервые позволила осуществить прямую передачу речи с надводного корабля к личному составу, находящемуся на расстоянии до 2 км в аварийной подводной лодке или воздушных мешках затонувшего корабля.

А.С. Шеин является автором 13 изобретений.

В 1960 г. Президиум АН СССР присудил А.С. Шеину учёную степень доктора физико-математических наук *Honoris causa*.

В 1971 г. Аркадий Сергеевич Шеин был награждён орденом «Знак почёта». Он проработал во ВНИРО до конца своих дней (18 ноября 1972 г.).

*Е.В. Шишкова*



## Информация. Утраты / Information



**04.01.1967–13.11.2022 гг.**

С прискорбием сообщаем, что 13 ноября 2022 г. скоропостижно скончалась наша коллега, друг, прекрасный и светлый человек Сопина Анна Викторовна, ведущий научный сотрудник отдела нормирования, кандидат биологических наук.

За 27 лет работы во ВНИРО Анна Викторовна прошла путь от инженера до ведущего научного сотрудника отдела нормирования.

Научная деятельность А.В. Сопиной связана со значимыми разработками и достижениями в области технологического нормирования выхода рыбной продукции. Анна Викторовна стояла у истоков разработки программного обеспечения технологического нормирования в рыбной отрасли. Ею обоснованы меры регулирования промысла минтая Охотского моря, включающие достоверную верификацию фактических уловов с использованием норм выхода мороженой рыбы. С участием Анны Викторовны разработаны «Расчётно-статистический метод определения норм выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры», сборники «Единых норм выхода продуктов переработки водных биологических ресурсов», «Методика определения массы улова краба, перевозимого в живом виде на судах Дальневосточного ры-

бохозяйственного бассейна», и основополагающий документ в области технологического нормирования «Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры».

Сопина А.В. была автором более 30 научных работ, методических пособий и 18 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Заслуги Анны Викторовны отмечены многочисленными грамотами и благодарностями ВНИРО и Федерального агентства по рыболовству.

В 2020 году ей присвоено звание «Почетный работник рыбного хозяйства России».

Анна Викторовна навсегда останется в нашей памяти как профессионал своего дела, творческая личность, светлый и жизнерадостный человек. Светлая память об Анне Викторовне Сопиной навсегда останется в наших сердцах.

Выражаем глубокие соболезнования родным и близким.

*Е.Н. Харенко, Н.Н. Ярчевская,  
Е.С. Коноваленко, А.В. Гриценко,  
Л.О. Архипов*