

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 Zoological Record, BIOSIS Previews (Clarivate Analytics), AGRIS (Agricultural Research Information System), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), Google Scholar и национальной библиографической базе данных РИНЦ (Российский индекс научного цитирования).
Выходит 4 раза в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Глубоковский М.К.* — главный редактор — научный руководитель ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Булатов О.А. — заместитель главного редактора — первый заместитель директора ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Бизиков В.А. — заместитель главного редактора — заместитель директора ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Орлов А.М. — ответственный редактор — заведующий сектором ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Карпинский М.Г. — научный редактор — главный научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Смагина А.В. — технический секретарь — заведующий отделом ФГБНУ «ВНИРО», к.т.н., Москва

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

- Абрамова Л.С.* — советник директора ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., профессор, Москва
Архипов А.Г. — заместитель директора ФГБНУ «АтлантНИРО», д.б.н., профессор, Калининград
Балушкин А.В. — заведующий лабораторией ФГБНУ «Зоологический институт РАН», д.б.н., Санкт-Петербург
Бимши Р.Дж. — заслуженный деятель науки, сотрудник Тихоокеанской биологической станции, д.б.н., Нанаймо, Канада
Бугаев А.В. — заместитель директора ФГБНУ «КамчатНИРО», д.б.н., Петропавловск-Камчатский
Габриэлян Б.К. — директор Научного центра зоологии и гидрологии Национальной Академии наук Армении, д.б.н., Ереван, Армения
Глубоков А.И. — начальник отдела ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Долгов А.В. — заведующий лабораторией ФГБНУ «ПИНРО», д.б.н., Мурманск
Карпенко В.И. — профессор кафедры «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура» ФГБОУ ВО Камчатский государственный технический университет, д.б.н., профессор, Петропавловск-Камчатский
Ковачева Н.П. — заведующий лабораторией ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., Москва
Котляр А.Н. — главный научный сотрудник ФГБНУ «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», д.б.н., Москва
Лаптиховский В.В. — сотрудник Научного центра по окружающей среде, рыболовству и аквакультуре, д.б.н., Лоустофт, Великобритания
Левашов Д.Е. — заведующий лабораторией ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., Москва
Лукин А.А. — начальник Федерального селекционно-генетического центра Рыбоводства филиала ФГБУ «Главрыбвод», д.б.н., Ропша
Масленников В.В. — главный научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.г.н., Москва
Микодина Е.В. — заведующий отделом ФГБНУ «ВНИРО», д.б.н., профессор, Москва
Мюге Н.С. — заведующий лабораторией ФГБНУ «ВНИРО», к.б.н., Москва
Неваленный А.Н. — ректор ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», д.б.н., профессор, Астрахань
Подкорытова А.В. — заведующий сектором ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., профессор, Москва
Сапожников В.В. — главный научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», д.г.н., профессор, Москва
Строганов А.Н. — главный научный сотрудник кафедры ихтиологии Биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им М.В. Ломоносова», д.б.н., доцент, Москва
Темных О.С. — главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр», д.б.н., Владивосток
Токранов А.М. — директор Камчатского филиала ФГБНУ «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН», д.б.н., Петропавловск-Камчатский
Харенко Е.Н. — заместитель директора ФГБНУ «ВНИРО», д.т.н., Москва
Шибяев С.В. — заведующий кафедрой ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», д.б.н., профессор, Калининград
Шунтов В.П. — главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр», д.б.н., профессор, Владивосток

 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 Zoological Record, BIOSIS Previews (Clarivate Analytics), AGRIS (Agricultural Research Information System), ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), Google Scholar and the national bibliographic database of RSCI (Russian Science Citation Index). Published 4 times a year.

EDITORIAL BOARD:

- Mikhail K. Glubokovsky* – Editor-in-Chief – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Oleg A. Bulatov – Deputy Editor-in-Chief – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Vyacheslav A. Bizikov – Deputy Editor-in-Chief – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Alexei M. Orlov – Executive Editor – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Mikhail G. Karpinsky – Scientific editor – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Anna V. Smagina – Technical Editor – PhD in Technical Sciences, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia

EDITORIAL COUNCIL:

- Lyubov S. Abramova* – Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Alexander G. Arkhipov – Doctor of Biology, Professor, Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia
Arkady V. Balushkin – Doctor of Biology, Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Sankt-Peterburg, Russia
Richard J. Bamish – Doctor of Biology, Emeritus Scientist, Pacific Biology Station, Nanaimo, B.C., Canada
Alexander V. Bagaev – Doctor of Biology, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
Bardukh K. Gabrielyan – Doctor of Biology, Scientific Center of Zoology and Hydroecology of the National Academy of Sciences of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia
Alexander I. Glubokov – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Andrei V. Dolgov – Doctor of Biology, N.M. Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Murmansk, Russia
Vladimir I. Karpenko – Doctor of Biology, Professor, Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
Nikolina P. Kovacheva – Doctor of Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Alexander N. Kotlyar – Doctor of Biology, P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
Vladimir V. Laptikhovskiy – Doctor of Biology, Centre for Environment Fisheries and Aquaculture, Lowestoft, UK
Dmitry E. Levashov – Doctor of Technical Sciences, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Anatoly A. Lukin – Doctor of Biology, Federal Selection and Genetic Center of Fish Farming, Ropsha, Russia
Vyacheslav V. Maslennikov – Doctor of Geography, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Ekaterina V. Mikodina – Doctor of Biology, Professor, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Nikolai S. Mugue – PhD in Biology, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Alexander N. Nevalenny – Doctor of Biology, Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia
Antonina V. Podkorytova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Victor V. Sapozhnikov – Doctor of Geography, Professor, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Andrei N. Stroganov – Doctor of Biology, Associate Professor, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
Olga S. Temnykh – Doctor of Biology, Pacific Scientific Research Fisheries Center, Vladivostok, Russia
Alexei M. Tokranov – Doctor of Biology, Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography, Far Eastern Division of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
Elena N. Kharenko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
Sergei V. Shibaev – Doctor of Biology, Professor, Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia
Vyacheslav P. Shuntov – Doctor of Biology, Professor, Pacific Scientific Research Fisheries Center, Vladivostok, Russia

Содержание

ПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ И ИХ БИОЛОГИЯ

<i>Евсеева Н.В.</i> Видовой состав морских водорослей прибрежной зоны Мурманского побережья и архипелага Новая Земля	7
<i>Лищенко Ф.В., Алексеев Д.О., Лищенко А.В.</i> Специализированная шкала стадий зрелости командорского кальмара	26
<i>Амосова В.М., Васильева Т.Г., Зезера А.С.</i> О перспективах развития отечественного промысла шпрота в Балтийском море до 2025 г.	39
<i>Труфанова И.С.</i> Вылов, динамика численности и возрастной состав уловов балтийской сельди открытого моря в 26-м подрайоне ИКЕС в 2011-2017 годах	56
<i>Мельникова Е.Б., Кузьмина Н.С.</i> Связь возрастного распределения ставриды и интенсивности свечения гидробионтного сообщества в прибрежных водах Гераклеийского полуострова (Чёрное море)	68
<i>Кузнецова Е.Н., Антонов Н.П., Мазникова О.А., Трофимова А.О.</i> Современная характеристика роста чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря.	80
<i>Шалгимбаева Г.М., Барминцева А.Е., Мюге Л.Н., Исбеков К.Б., Мюге Н.С.</i> Генетическое разнообразие североуральской реки Урал	95
<i>Панов В.П., Фалий С.С., Есавкин Ю.И., Жигин А.В.</i> Рост и развитие мышц американского гольца в различные периоды онтогенеза.	106
<i>Суворова Т.А., Шаяхметов Р.А., Микряков Д.В.</i> Сравнительный анализ состава лейкоцитов периферической крови и кроветворных органов наваги и налима	116

ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

<i>Быков А.Д., Митенков Ю.А.</i> Результаты рыбохозяйственного обследования р. Ока в границах Московской области	123
<i>Мирзоян А.В., Калмыков В.А., Канатъев С.В., Ходоревская Р.П.</i> Современное состояние промысловых запасов и резервы промысла морских рыб Каспийского моря	141
<i>Кожурин Е.А., Шляхов В.А., Губанов Е.П.</i> Динамика уловов промысловых рыб Крыма в Чёрном море	157

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

<i>Арнаутов М.В., Артемов Р.В., Бурлаченко И.В., Артемов А.В., Гершунская В.В., Сафронов А.С.</i> Исследование пищевой ценности и функционально-технологических свойств товарного гибрида бестера с русским осетром и перспектива получения из него поликомпонентной продукции	170
---	-----

ТЕХНИКА ДЛЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гончаров С.М., Максимов В.Н., Долгов А.Н., Кравченко Ю.Н., Попов С.Б.
Гидроакустический стимулятор как средство управления нагульным поведением рыб. 180

Леваишов Д.Е., Буланова Н.П., Бровка Е.Д.
Особенности классификации существующих типов интегрированных центров забортных работ в составе ПЛК НИС постройки 2011-2018 гг. 190

ИНФОРМАЦИЯ

Леваишов Д.Е., Буланова Н.П.
«Stella Maris» - морская звезда нового аргентинского рыболовного НИС «Victor Angelescu» 201

Гордеев И.И., Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., Шевляков В.А., Милованкин П.Г.
Траловая учётная съёмка тихоокеанских лососей на НИС «Профессор Кагановский» в северно-западной части Тихого океана (май-июль 2018 г.) 208

Переладов М.В., Лабутин А.В.
Комплексные гидробиологические исследования прибрежных акваторий Варангер фиорда Баренцева моря в мае 2018 г. 214

Сапожников В.В.
Агатова А.И. «Органическое вещество в морях России» 225

Contents

COMMERCIAL SPECIES AND THEIR BIOLOGY

<i>Evseeva N.V.</i> Species composition of seaweeds of the coastal zone of the Murmansk coast and archipelago Novaya Zemlya	7
<i>Lisichenko F.V., Alexeyev D.O., Lisichenko A.V.</i> Scales of reproductive system maturity used in schoolmaster squid investigations	26
<i>Amosova V.M., Vasilijeva T.G., Zezera A.S.</i> Prospects of development of domestic sprat fishery in the Baltic Sea 2025	39
<i>Trufanova I.S.</i> Catch, abundance dynamics, and age structure of the open-sea Baltic herring in the ICES subdivision 26 in 2011-2017	56
<i>Melnikova E.B., Kuzminova N.S.</i> Relationship between the age distribution of horse mackerel and the intensity of the glow in the plankton community in the coastal waters of the Heracleian Peninsula (Black Sea)	68
<i>Kuznetsova E.N., Antonov N.P., Maznikova O.A., Trofimova A.O.</i> Modern characteristic of the growth of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea	80
<i>Shalgimbayeva G.M., Barmintseva A.E., Muge L.N., Isbekov K.B., Muge N.S.</i> Genetic diversity of stellate sturgeon of the Ural River	95
<i>Panov V.P., Faliy S.S., Yesavkin Y.I., Zhigin A.V.</i> Growth and development of the muscles of the brook char in different periods of ontogenesis	106
<i>Suvorova T.A., Shayakhmetov R.A., Mikryakov D.V.</i> Comparative analysis of the composition of leukocytes of peripheral blood and hematopoietic organs of Navaga and Burbot	116

AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES

<i>Bykov A.D., Mitenkov Yu.A.</i> The results of the fisheries survey of the Oka River within the boundaries of the Moscow region	123
<i>Mirzoyan A.V., Kalmykov V.A., Kanatiev S.V., Khodorevskaya R.P.</i> The current state of commercial stocks and reserves of the Caspian Sea fishery	141
<i>Kozhurin E.A., Shlyakhov V.A., Gubanov E.P.</i> Crimea commercial fish dynamics in the Black Sea	157

AQUATIC BIORESOURCES PROCESSING TECHNOLOGIES

<i>Arnautov M.V., Artemov R.V., Burlachenko I.V., Artemov A.V., Gershunskaya V.V., Safronov A.S.</i> Research of nutritional value and functional and technological properties of marketable hybrids of Bester with Russian sturgeon and prospect of production of multicomponent products	170
---	-----

EQUIPMENT FOR FISHERIES RESEARCH

- Goncharov S.M., Maksimov V.N., Dolgov A.N., Kravchenko Y.N., Popov S.B.*
Hydroacoustic stimulator as tool in technology of fish feeding behavior management. 180
- Levashov D.Ye., Bulanova N.P., Brovko E.D.*
Features of classification of the existing types of the integrated centers of outboard operations as a part of deck-laboratory complexes of R/V for fishing research of construction of 2011-2018. 190

INFORMATION

- Levashov, D.E., Bulanova N.P.*
«Stella Maris» is a sea star of the new Argentine FRV «V́ctor Angelescu». 201
- Gordeev I.I., Starovoytov A.N., Ponomarev S.S., Shevlyakov V.A., Milovankin P.A.*
Trawl survey of Pacific salmon on the R/V «Professor Kaganovsky» in the northwestern part of the Pacific Ocean (May-July 2018) 208
- Pereladov M.V., Labutin A.V.*
Complex hydrobiological survey in coastal waters of the Barents Sea Varanger fjord in May 2018 214
- Sapozhnikov V.V.*
Agatova A.I.: «Organic Matter in the Seas of Russia» 225

Промысловые виды и их биология

УДК 574.589; 581.95

Видовой состав морских водорослей прибрежной зоны Мурманского побережья и архипелага Новая Земля

Н.В. Евсеева

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: evseeva@vniro.ru

Ревизия гербария Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), в котором хранятся экспедиционные сборы водорослей из прибрежной зоны Баренцева моря и архипелага Новая Земля, а также обобщение собственного гербарного материала позволили уточнить и дополнить видовой состав макрофитобентоса Мурманского побережья и архипелага Новая Земля, что послужило целью данной работы. Общий список видов морских водорослей Мурманского побережья Баренцева моря и архипелага Новая Земля насчитывает 223 вида. Из них: 88 — Rhaeophyceae, 46 — Chlorophyta и 89 — Rhodophyta. 5 видов являются новыми для российской части Баренцева моря: *Sphacelaria rigidula*, *Acrochaetium microscopicum*, *Melobesia membranacea*, *Meiodiscus concrescens*, *Rhodomela tenuissima*. У мурманского побережья было обнаружено 117 видов водорослей: 44 вида Rhaeophyceae, 24 вида Chlorophyta и 48 видов Rhodophyta. В том числе 4 новых для Мурманского побережья видов. В прибрежной зоне Новой Земли был обнаружен 61 вид водорослей: 17 видов Rhaeophyceae, 8 видов Chlorophyta и 36 видов Rhodophyta, из них 7 видов являются новыми.

Ключевые слова: Баренцево море, Мурман, Новая Земля, флора, водоросли, Chlorophyta, Rhaeophyceae, Rhodophyta.

ВВЕДЕНИЕ

Систематические флористические исследования российской части Баренцева моря начались в первой четверти XX века [Зинова, 1912] и к настоящему времени накопилось достаточно данных [Блинова, 2007].

Флора водорослей Баренцева моря представляет собой обеднённую видами североатлантическую флору [Зинова, 1974]. Наиболее полные сведения о красных и бурых водоро-

слях Баренцева моря содержатся в монографиях А.Д. Зиновой [1953, 1955]. Её список включает 145 видов, из них в настоящее время валидными являются 125 видов. Дополнительные сведения о флоре водорослей Мурманского побережья [Виноградова, 1964 а, 1964 б, 1986 а, 1988, 2007, 2010, 2011; Виноградова, Штрик, 2005; Ефимова, 1988, 1990; Кузнецов, Шошина, 2003; Малавенда, Шошина, Капков, 2017; Перестенко, 1964, 1965] по-

зволили расширить флористический список до 178 видов, из них валидными в настоящее время являются 166 видов [Guiry, 2017]. Видовой состав морских водорослей о. Шпицберген включает по разным данным от 142 [Виноградова, 1995] до 194 видов [Fredriksen, Gabrielsen, Kile, Sivertsen, 2015], а архипелага Земля Франца-Иосифа — всего 50 видов [Виноградова, 19866].

Первое подробное описание макрофитобентоса Новой Земли было представлено Е.С. Зиновой [Зинова, 1929]. Её флористический список включал 101 вид, из них валидными являются 97 видов. Подробное описание видового состава и распределения водорослей у архипелага позднее дал Б.К. Флёров [Флёров, 1932; Флёров, Карсакова, 1932]. Его флористический список составлял 99 видов, из них валидными являются 92 вида водорослей. К.Л. Виноградова определила для побережья архипелага 75 видов водорослей [Виноградова, 1999]. Дополнение к флоре [Штрик, Возжинская, Вехов, 2000] позволило уточнить встречаемость у архипелага 38 видов.

Ревизия гербария Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), в котором хранятся экспедиционные сборы водорослей из прибрежной зоны Баренцева моря и архипелага Новая Земля, а также обобщение собственного гербарного материала, позволили уточнить и дополнить видовой состав макрофитобентоса Мурманского побережья и архипелага Новая Земля, что послужило целью данной работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для научно-исследовательских работ использованы данные маршрутных и водолазных сборов водорослей, проведённых в побережье Мурмана, и гербарный материал, хранящийся во ВНИРО.

Материал для исследования был собран в 11 точках побережья Мурмана от губы Малая Волоковая до м. Святой Нос в июне—августе 2011 г. В каждой точке при помощи водолазов осуществлялся осмотр прибрежных зарослей водорослей и проводился сбор макрофитов. В восточной части губы Ура было

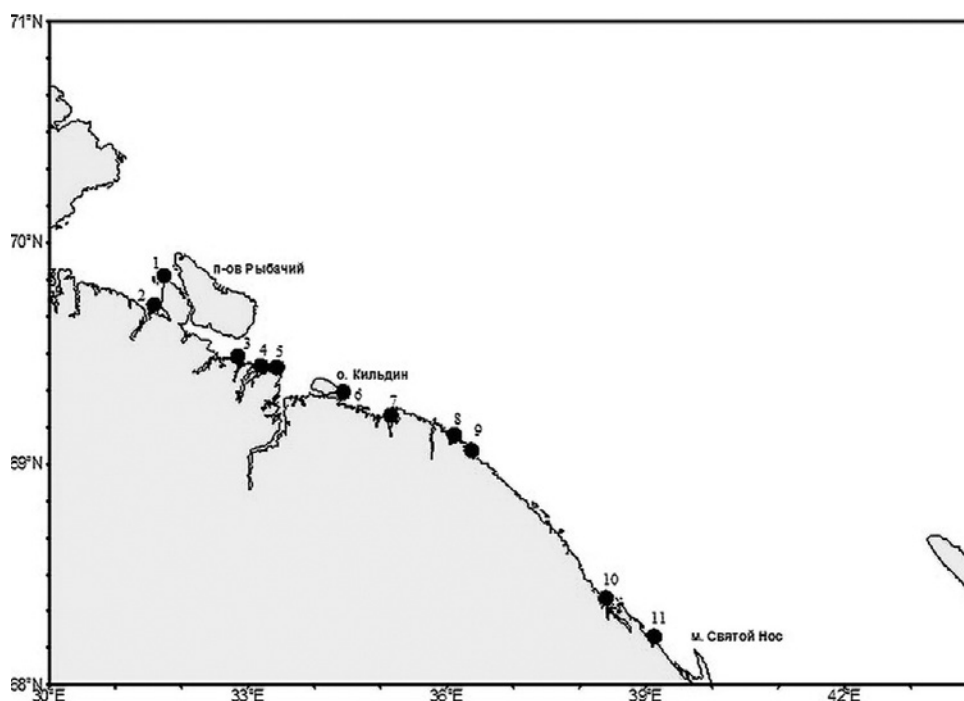


Рис. 1. Карта-схема расположения точек сбора водорослей в июне—августе 2011 г.:

- 1 — губа Большая Волоковая; 2 — губа малая Волоковая; 3 — губа Вичаны; 4 — губа Ура; 5 — губа Корелинская; 6 — побережье о. Кильдин; 7 — губа Ярнышная; 8 — губа Зеленецкая; 9 — губа Порчниха — о. Б. Олений — губа Восточная Щербиниха; 10 — губа Дроздовка; 11 — губа Шурицкая — губа Савиха

дополнительно выполнено 8 станций на глубинах 1–12 м, сбор материала проводился в июне 2011 г. по стандартной методике гидробиологических исследований [Калугина-Гутник, 1975; Изучение экосистем ..., 2005].

Дополнительный материал был получен при изучении питания морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* Sars и *S. droebachiensis* Müller в прибрежье западного Мурмана на основе исследования пищи в кишечнике. Отбор морских ежей проводили на полигоне в восточной части губы Ура на глубинах 0–15 м в 2011–2012 гг.

Также были обработаны исторические сборы макрофитов, хранящиеся в гербарии ВНИРО. Общее число обработанных материалов составило около 500 листов. Гербарий, хранящийся во ВНИРО, включает в себя экспедиционные сборы бентосных водорослей, собранные в разные годы. Наиболее обширный гербарий макрофитов прибрежной зоны Мурмана был собран научным сотрудником ВНИРО Екатериной Ивановной Блиновой в июне-августе 1961–1962 гг. от губы Зеле-

нецкой до губы Ивановской и у Айновых о-вов (порядка 160 листов). Сборы К.И. Мейер, Т.Ф. Щаповой и М.С. Киреевой (1930–1933 гг.) на Мурмане составили около 70 листов из районов: м. Йоканга, губы Ура и Ара, зал. Кольский. Наиболее ценным в гербарии являются материалы Б.К. Флёрова, собранные во время рейсов к архипелагу Новая Земля (1921, 1923–1927, 1931 гг.), всего порядка 200 листов (схема точек сбора показана на рис. 2).

Определение видов проводилось с помощью микроскопов «Микромед МС-2» и «ЛОМО Микмед-6». Весь гербарный материал хранится в гербарии ВНИРО (сектор водорослей лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей). Видовой состав приведён в соответствие с современными систематическими представлениями [Guiry, 2017].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе ревизии собственного и архивного гербарного материала из районов мурманского побережья было обнаружено 117 видов водорослей. Из них: 44 вида Rhaeophyceae, 24 вида Chlorophyta и 48 видов Rhodophyta, в т. ч. числе 4 новых для Мурмана видов, описание находок приводится ниже.

Sphacelaria rigidula — 07.06.1932 г., Кольский зал., Екатерининская гавань. Литораль. Сб. Т.Ф. Щапова. На *Cladophora rupestris*. С пропагулами.

Acrochaetium microscopicum — 11.08.1961 г., Баренцево море, открытая бухта за м. Дернистый. II горизонт литорали. Сб. Е.И. Блинова. На *Saccharina latissima*.

Melobesia membranacea — 19.07.1931 г., Кольский зал.. Сб. М.С. Киреева, Т.Ф. Щапова. На *Membranoptera fabriciana* (рис. 3).

Meiodiscus concreescens — 28.08.1962 г., Баренцево море, губа Ивановская. Лагуна, глубина 1,5–5 м. Сб. Е.И. Блинова. На *Chondrus crispus*. 11.08.1961 г., открытая бухта за м. Дернистый. III горизонт литорали. Сб. Е.И. Блинова. На гидроиде *Sertularia* sp. 25.06.1933 г., ГОИН, Кольский зал. Сб. К.И. Мейер. На гидроиде (рис. 4).

В прибрежной зоне архипелага Новая Земля по гербарным материалам, собранным Б.К. Флёровым, был обнаружен 61 вид водо-



Рис. 2. Районы сбора гербарного материала у архипелага Новая Земля под руководством Б.К. Флёрова в 1921, 1923–1927 и 1931 гг.

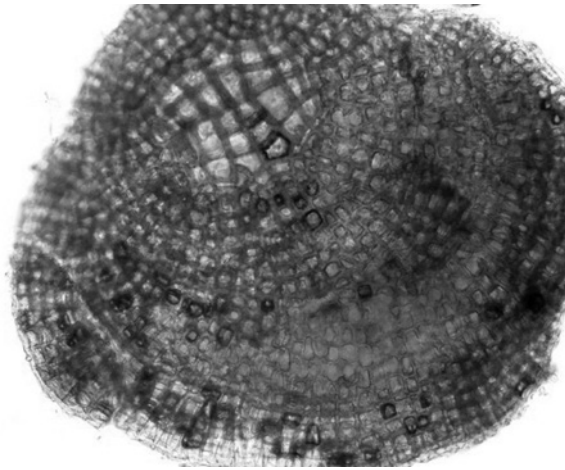


Рис. 3. *Melobesia membranacea* (увеличение ×400)

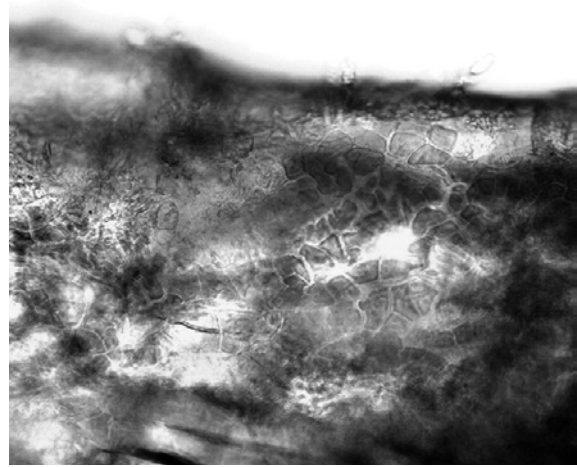


Рис. 4. *Meiodiscus concrescens* (увеличение ×400)

рослей, из них: 17 видов Rhaeorhuseae, 8 видов Chlorophyta и 36 видов Rhodophyta. Семь видов являются новыми для Новой Земли.

Derbesia marina (как *Halicystis ovalis*) — 28.09.1923 г., Белушья губа, ст. 117. На *Polysiphonia stricta*, *Coccotylus truncatus*, *Odonthalia dentata*. 10.09.1923 г., ст. 107. На *Ptilota serrata*. 18.09.1921 г., Белушья губа, ст. 113. На *Phycodryis rubens*. 05.09.1927 г., Петуховский шар, ст. 830. На *Fucus distichus*.

Ulvella viridis — 19.09.1923 г., ст. 114. На *Coccotylus truncatus*. 18.09.1921 г., Белушья губа, ст. 113. На *Phycodryis rubens*. 19.08.1921 г., ст. 29, гл. 19 м. На *Phycodryis rubens*. 18.09.1923 г., ст. 113, 114. На *Phycodryis rubens*. 10.09.1923 г., Белушья губа, близ мыса Литке. Выброс, на *Ceramium virgatum*. 19.08.1921 г., ст. 26. На *Euthora cristata*. 28.09.1923 г., Белушья губа, ст. 117. На *Coccotylus truncatus*. 14.09.1927 г., Залив Шуберта. На *Saccharina latissima*. 10.09.1923 г., Белушья губа, ст. 119. На *Ceramium virgatum*. 23.09.1921 г., ст. 53, гл. 36,5 м. На *Phycodryis rubens*. 05.09.1927 г., Петуховский шар, ст. 83. На *Palmaria palmata*. 26.08.1921 г., ст. 25, 26. На *Phycodryis rubens*.

Pseudolithoderma extensum — 11.09.1926 г., губа Митюшиха, ст. 596. Сб. Б.К. Флёров, К.И. Мейер. На камне.

Erythrocladia irregularis — 28.09.1923 г., Белушья губа, ст. 117. На *Coccotylus truncatus*.

10.09.1923 г., Белушья губа, ст. 107 и 119. На *Ceramium virgatum*. 23.09.1921 г., ст. 53, гл. 36,5 м. На *Phycodryis rubens*.

Melobesia membranacea — 18.09.1921 г., Белушья губа. На *Phycodryis rubens*. 19.09.1923 г., ст. 114. На *Phycodryis rubens*. 23.09.1921 г., ст. 53. На *Coccotylus truncatus*.

Cruoria pellita — 05.09.1927 г., Петуховский шар, ст. 83. На камне.

Rhodomela tenuissima — 10.09.1923 г., Белушья губа, ст. 107. 21.09.1923 г., ст. 115. С тетраспорангиями (рис. 5).

Некоторые встреченные виды можно отнести к редким, поэтому ниже представлена информация о находке и упоминание во флоре региона.

Feldmannia kjellmanii — 03.10.2011 г., в содержимом кишечника морских ежей *S. droebachiensis*, губа Ура, гл. 1–5 м. Упоминается в монографии А.Д. Зиновой [1953] для Баренцева моря и северной части Атлантики. Б.К. Флёров [Флёров, Карсакова, 1932] указывает вид у Новой Земли как *Ectocarpus caespitulus*.

Myrionema strangulans — 16.06.1961 г., губа Зеленецкая, бухта Аварийная, III горизонт литорали, на *Saccharina latissima*, сб. Е.И. Блинова. 26.08.1961 г., открытый берег за м. Дернистый, на *Alaria esculenta*, сб. Е.И. Блинова. Указана в работе А.Д. Зиновой [1953] для Баренцева моря и К.Л. Виноградовой [1964] на Мурманском побережье у острова Б. Айнов.

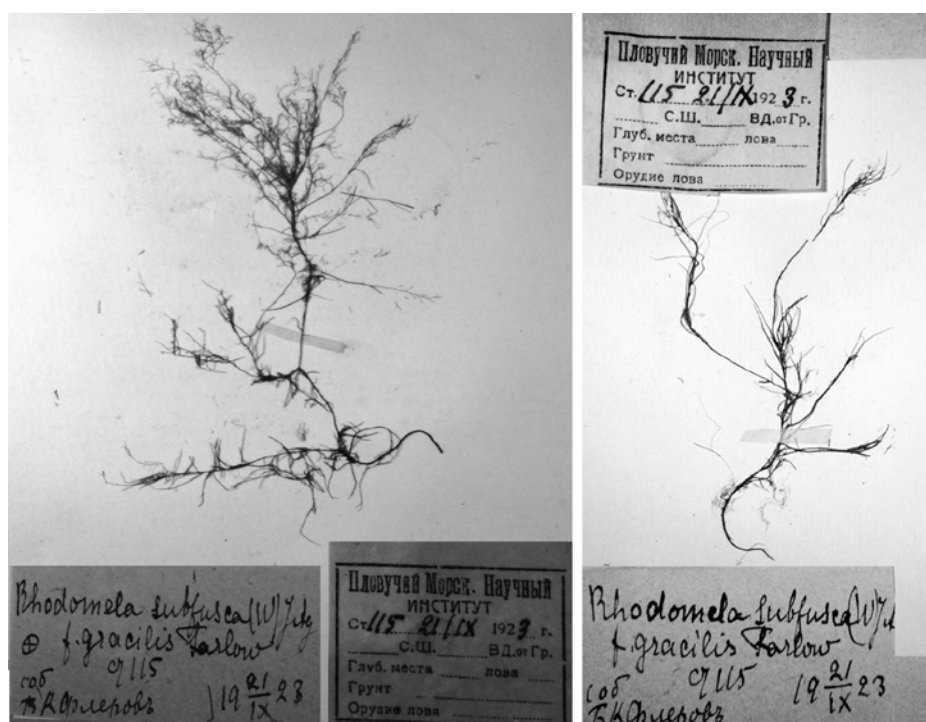


Рис. 5. *Rhodomela tenuissima*

Myrionema foecundum — 13.09.1930 г., губа Ура, порт Владимир, на *Saccharina latissima*, сб. К.И. Мейер, Б.М. Персидский. Указывается А.Д. Зиновой [1953] и Б.К. Флёровым и Н.В. Карсаковой [1932] у Новой Земли как *Phycocelis foecunda*.

Ralfsia verrucosa — 15.06.2011 г., губа Ура, литораль. Указывается для Баренцева, Белого морей и северной Атлантики [Зинова, 1953], а также у западного берега Новой Земли [Зинова, 1929].

Fucus distichus subsp. *evanescens* (\equiv *Fucus evanescens*) — 29.06.1961 г., бухта Подпахта, скала, сб. Е.И. Блинова. 19.06.1961 г., губа Ярнышная, I горизонт литорали, сб. Е.И. Блинова. 29.06.1963 г., бухта Аварийная, сб. Е.И. Блинова. 26.07.1931 г., Йоканга, сб. К.И. Мейер.

У Мурманского побережья данный вид указан только А.Д. Зиновой [1953]. Систематическое положение вида *Fucus evanescens* на протяжении последних лет остается неопределенным, сейчас данный вид считается подвидом *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (С. Ag.) Powell [Laughinghouse et al., 2015]. Однако с 1957 г., когда он был перенесен в подвид *F. distichus* [Powell, 1957], статус вида неодно-

кратно менялся. Мы придерживаемся мнения о самостоятельности вида [Петров, 1965; Ключкова, Чмыхалова, Королева, 2004]. Ю.Е. Петров предлагает считать *F. distichus* и *F. evanescens* викарирующими и географически изолированными видами: *F. distichus* — атлантическим, а *F. evanescens* — тихоокеанским [Петров, 1965]. Близость видов подтверждена генетически [Cooper et al., 2006]. Просмотренные нами экземпляры имели криптостомы на жилке, что надежно отличает данный вид от сходного *F. distichus* [Петров, 1974]. У архипелага Новая Земля данный вид указан как часто встречающийся [Зинова, 1929; Флёров, Карсакова, 1932; Виноградова, 1999].

Codium fragile — 03.10.2011 г., Баренцево море, в содержимом кишечника морских ежей *S. pallidus* и *S. droebachiensis*, губа Ура, гл. 1–15 м. Впервые обнаружен у Мурмана в Мотовском заливе, бухте Вичаны и губе Ура [Виноградова, Штрик, 2005]. Вполне вероятно, что вид распространился благодаря прибрежному течению из Норвегии.

Derbesia marina — мурманское побережье, 03.10.2011 г., в содержимом кишечника морских ежей *S. pallidus* и *S. droebachiensis*, губа Ура, гл. 1–15 м. Как *Halicystis ovalis* —

июль 1931 г., Кольский зал., Оленья губа. Сб. Т.Ф. Шапова. На *Desmarestia aculeata*. 21.06.1931 г., Кольский зал., Пала-губа, Корабельная бухта, литораль. Сб. Т.Ф. Шапова. Впервые вид указан для Мурмана в работе К.Л. Виноградовой и В.А. Штрика [2005] как для западной части побережья, так и для восточной.

Syncoryne reinkei — 28.06.1961 г., бухта Подпахта, на *Vertebrata lanosa*, сб. Е.И. Блинова. 26.08.1961 г., за м. Дернистый, литоральные ванны, на *Chaetopteris plumosa* и II и III горизонты литорали на *Cladophora rupestris*, сб. Е.И. Блинова. 13.09.1930 г., губа Ура, порт Владимир, на *Saccharina latissima*, сб. К.И. Мейер, Б.М. Персидский. Указана в губе Зеленецкой [Ефимова, 1990].

Devaleraea firma — 28.09.1923 г., Новая Земля, ст. 108, сб. Флёров Б.К. Вид указан в Баренцевом море и северной части Тихого океана [Зинова, 1955]. Для архипелага Новая Земля впервые указан Б.К. Флёровым в б. Самоед и зал. Гаврилова [Флёров, Карсакова, 1932].

Peyssonnelia rosenvingei — 01.08.2012 г., губа Большая Волоковая, гл. 5–15 м, на камнях. Упоминается в монографии А.Д. Зиновой [1955] для Баренцева моря и северной Атлантики. Указана также для западного побережья Новой Земли [Зинова, 1929].

Choreocolax polysiphoniae — 12.07.1956 г., Дальние Зеленцы, площадка 42, на *Vertebrata lanosa*, сб. неизвестен. Указан для Баренцева моря и северных частей Атлантического и Тихого океанов [Зинова, 1955] как эпифит *Vertebrata lanosa* и *Polysiphonia stricta*.

Видовой состав альгофлоры мурманского побережья и архипелага Новая Земля по результатам обработки собственных сборов, гербарного материала ВНИРО и литературных источников [Виноградова, 1964 а, 1964 б, 1986 а, 1988, 1999, 2007, 2010, 2011; Виноградова, Штрик, 2005; Ефимова, 1988, 1990; Зинова, 1929; Зинова, 1953, 1955; Кузнецов, Шошина, 2003; Малавенда, Шошина, Капков, 2017; Перестенко, 1964, 1965; Флёров, 1932; Флёров, Карсакова, 1932; Штрик, Возжинская, Вехов, 2000] представлен в таблице (в скобках даны синонимы, упомянутые в источниках). Но-

менклатурные названия и таксономическое положение указаны в соответствии с современными представлениями [Guiry, 2017].

Видовой состав водорослей прибрежной зоны российской части Баренцева моря дополнен 5 новыми видами: *Sphacelaria rigidula*, *Acrochaetium microscopicum*, *Melobesia membranacea*, *Meiodiscus concretsens*, *Rhodomela tenuissima*.

Sphacelaria rigidula — амфибореальный бореально-тропический вид. Отмечается в Европе (в т. ч. в Балтийском море, у берегов Британии, Ирландии, Норвегии, Скандинавии), в Северной, Центральной и Южной Америке, Африке, в Индийском океане, у берегов Азии и Австралии [Guiry, 2018]. Как *Sphacelaria furcigera* Kütz. указана на российском Дальнем Востоке — в Охотском море, у берегов Сахалина [Клочкова, 1996], Курильских островов [Евсева, 2013].

Acrochaetium microscopicum — является космополитом [Hwang, Kim, 2011], отмечен на всех материках: в Европе, включая Британию [Dixon, Irvine, 2011], Ирландию, Скандинавию, Белое и Балтийское моря, о. Шпицберген, в Северной и Южной Америке [Schneider, 1983], Африке, Азии, Австралии и Новой Зеландии [Guiry, 2018].

Melobesia membranacea — широко распространенный вид, найдена в Европе [Irvine, Chamberlain, 2011], включая Балтийское море, Британию, Ирландию, Норвегию, Скандинавию, в Северной и Центральной Америке, Южной Африке, Индийском океане, Азии и Австралии [Guiry, 2018].

Meiodiscus concretsens — биполярный бореально-нотальный вид. Обитает в европейских морях, в частности у берегов Британии, Франции, Ирландии [Dixon, Irvine, 2011], у берегов Северной Америки (Британская Колумбия, Орегон, Калифорния), на Дальнем Востоке России — в Охотском море [Евсева, 2018], у Камчатки и Командорских о-вов, Сахалина [Клочкова, 1996; Евсева, 2016], Курильских о-вов [Евсева, 2013], в антарктических и субантарктических водах [Guiry, 2018].

Rhodomela tenuissima — широкобореальный палифический вид. Отмечена в арктических

Таблица. Видовой состав бентосных водорослей прибрежной зоны у побережья Мурмана и архипелага Новая Земля

	Мурманское побережье	Новая земля	
царство Chromista			
отдел Heterokontophyta			
класс Rhaeophyceae			
порядок Ectocarpales			
сем. Ectocarpaceae			
1	<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harvey (= <i>E. draparnaldioides</i>)	0	0
2	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye (= <i>E. confervoides</i>)	0	0
3	<i>Feldmannia kjellmanii</i> Kylin (= <i>Ectocarpus caespitulus</i>)	0	0
4	<i>Spongonema tomentosum</i> (Hudson) Kützing	0	0
5	<i>Pleurocladia lacustris</i> Braun (= <i>Chaetophora maritima</i>)		0
сем. Acinetosporaceae			
6	<i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellman	0	0
7	<i>Pylaiella nana</i> Kjellman	0	
8	<i>Pylaiella varia</i> Kjellman	0	0
9	<i>Acinetospora crinita</i> (Carm.) Kornm.	0	
10	<i>Herponema desmarestiae</i> (H. Gran) Cardinal (= <i>Ectocarpus desmarestiae</i>)	0	0
11	<i>Hincksia ovata</i> (Kjellman) Silva (= <i>Giffordia ovata</i>)	0	
12	<i>Pogotrichum filiforme</i> Reinke	0	
сем. Chordariaceae			
13	<i>Microspongium alariae</i> Pedersen (= <i>Gononema alarie</i>)	0	
14	<i>Microspongium globosum</i> Reinke (= <i>Myrionema subglobosum</i>)	0	
15	<i>Dermatocelis laminariae</i> Rosenvinge	0	0
16	<i>Phaeostroma pustulosum</i> Kuckuck	0	0
17	<i>Mikrosyphar polysiphoniae</i> Kuckuck	0	0
18	<i>Mikrosyphar porphyrae</i> Kuckuck	0	
19	<i>Mesogloia vermiculata</i> (Smith) Gray	0	0
20	<i>Myrionema strangulans</i> Greville	0	
21	<i>Myrionema magnusii</i> (Sauvageau) Loiseaux (= <i>Ascocyclus magnusii</i>)	0	
22	<i>Myrionema coronnae</i> Sauvageau		
23	<i>Myrionema foecundum</i> (Strömfelt) Sauvageau (= <i>Phycocelis foecunda</i>)	0	0
24	<i>Myrionema orbiculare</i> J. Agardh (= <i>Ascocyclus orbicularis</i>)	0	0
25	<i>Leptonematella fasciculata</i> (Reinke) Silva	0	
26	<i>Laminariocolax tomentosoides</i> (Farlow) Kylin	0	
27	<i>Laminariocolax acidoides</i> (Rosenvinge) Peters (= <i>Gononema acidoides</i>)	0	
28	<i>Myriotrichia clavaeformis</i> Harvey (= <i>M. filiformis</i>)	0	
29	<i>Botrytella micromora</i> Bory (= <i>Sorocarpus micromorus</i>)	0	
30	<i>Leathesia marina</i> (Lyngbye) Decaisne (= <i>L. difformis</i>)	0	
31	<i>Isthmoplea sphaerophora</i> (Carmichael) Gobi	0	0
32	<i>Hecatonema terminale</i> (Kützing) Kylin	0	
33	<i>Halothrix lumbricalis</i> (Kützing) Reinke	0	

Продолжение табл.

	Мурманское побережье	Новая земля
34 <i>Sphaerotrichia divaricata</i> (Ag.) Kylin	0	
35 <i>Chordaria flagelliformis</i> (Mull.) C. Ag.	0	0
36 <i>Stictyosiphon griffithsianus</i> (Crouan et Crouan) Lund (= <i>Phloeospora brachiata</i>)	0	
37 <i>Stictyosiphon subarticulatus</i> (Ares.) Hauck	0	0
38 <i>Stictyosiphon tortilis</i> (Gobi) Reince	0	0
39 <i>Fosliea curta</i> (Foslie) Reinke (= <i>Stictyosiphon curta</i>)	0	
40 <i>Protectocarpus speciosus</i> (Børgesen) Kornmann	0	
41 <i>Punctaria plantaginea</i> (Roth) Grev.	0	0
42 <i>Litosiphon laminariae</i> (Lyngbye) Harvey (= <i>Entonema oligosporum</i>)	0	
43 <i>Omphalophyllum ulvaceum</i> Rosenvinge	0	
44 <i>Elachista fucicola</i> (Velle) Aresch. (= <i>E. lumbrica</i>)	0	0
45 <i>Elachista stellaris</i> Ares. (= <i>Symphoricoccus stellaris</i>)	0	0
46 <i>Eudesme virescens</i> (Carmichael ex Berkeley) J. Ag.	0	
47 <i>Delamarea attenuata</i> (Kjellman) Rosenvinge	0	0
48 <i>Dictyosiphon chordaria</i> Ares.	0	0
49 <i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev. (= <i>D. fragilis</i>)	0	0
50 <i>Coilodesme bulligera</i> Strömfelt	0	
порядок Stschapoviales		
сем. Halosiphonaceae		
51 <i>Halosiphon tomentosus</i> (Lyngbye) Jaasund (= <i>Chorda tomentosa</i>)	0	0
порядок Scytosiphonales		
сем. Scytosiphonaceae		
52 <i>Petalonia fascia</i> (Müll.) Kuntze	0	0
53 <i>Planosiphon zosterifolius</i> (Reinke) McDevit et Saunders (= <i>Petalonia zosterifolia</i>)	0	0
54 <i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb.) Link.	0	
порядок Ralfsiales		
сем. Ralfsiaceae		
55 <i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug	0	0
56 <i>Ralfsia fungiformis</i> (Gunnerus) Setchell et Gardner (= <i>R. deusta</i>)	0	0
57 <i>Ralfsia ovata</i> Rosenvinge	0	
порядок Tilopteridales		
Family Phyllariaceae		
58 <i>Saccorhiza dermatodea</i> (Bahelot de la Pylaie) Ares. (= <i>Phyllaria lorea</i>)	0	0
Family Tilopteridaceae		
59 <i>Tilopteris mertensii</i> (Turner) Kütz.	0	0
60 <i>Haplospora globosa</i> Kjellman (= <i>Scaphospora arctica</i>)	0	0
порядок Desmarestiales		
сем. Desmarestiaceae		
61 <i>Desmarestia aculeata</i> (L.) Lam.	0	0

	Мурманское побережье	Новая земля
62 <i>Desmarestia viridis</i> (Mull.) Lam.	0	0
порядок Laminariales		
сем. Chordaceae		
63 <i>Chorda filum</i> (L.) Stackhouse	0	0
сем. Laminariaceae		
64 <i>Laminaria digitata</i> (Huds.) Lam. (= <i>L. cucullata</i> , <i>L. intermedia</i>)	0	0
65 <i>Laminaria hyperborea</i> (Gunnerus) Foslie	0	
66 <i>Laminaria solidungula</i> J. Ag.	0	0
67 <i>Saccharina nigripes</i> (J. Ag.) Lontin ex Sounders (= <i>Laminaria nigripes</i>)	0	0
68 <i>Saccharina latissima</i> (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder (= <i>Laminaria saccharina</i> L., <i>L. agardhii</i>)	0	0
сем. Alariaceae		
69 <i>Alaria esculenta</i> (L.) Grev. (= <i>A. grandifolia</i>)	0	0
порядок Sphacelariales		
сем. Sphacelariaceae		
70 <i>Battersia arctica</i> (Harvey) Draisma, Prud'homme et Kawai (= <i>Sphacelaria arctica</i>)	0	0
71 <i>Battersia mirabilis</i> Reinke ex Batters	0	
72 <i>Chaetopteris plumosa</i> (Lyngby) Kütz. (= <i>Sphacelaria plumosa</i>)	0	0
73 <i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh	0	0
74 <i>Sphacelaria rigidula</i> Kütz. (= <i>S. furcigera</i>)	0	
сем. Styopocaulaceae		
75 <i>Protohalopteris radicans</i> (Dillwyn) Draisma, Prud'homme et Kawai (= <i>Sphacelaria radicans</i> , <i>S. olivacea</i>)	0	0
76 <i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauvageau (= <i>Styopocaulon scoparium</i>)	0	0
сем. Lithodermataceae		
77 <i>Pseudolithoderma extensum</i> (Crouan et Crouan) Lund	0	0
78 <i>Pseudolithoderma rosenvingei</i> (Waern) Lund	0	
79 <i>Lithoderma fatiscens</i> Ares.	0	0
порядок Fucales		
сем. Fucaceae		
80 <i>Fucus distichus</i> L. (= <i>F. miclonensis</i> , <i>F. edentatus</i>)	0	0
81 <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> (C. Ag.) Powell (<i>Fucus evanescens</i> C. Ag.)	0	0
82 <i>Fucus serratus</i> L.	0	0
83 <i>Fucus vesiculosus</i> L. (= <i>F. inflatus</i>)	0	0
84 <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis	0	0
85 <i>Pelvetia canaliculata</i> (L.) Decaisne et Thuret	0	
Family Sargassaceae		
86 <i>Halidrys murmanica</i> A.D. Zinova	0	
87 <i>Halidrys siliquosa</i> (L.) Lyngbye	0	
Порядок Phaeophyceae порядок incertae sedis		
Phaeophyceae familia incertae sedis		

	Мурманское побережье	Новая земля
88 <i>Sorapion kjellmanii</i> (Wille) Rosenvinge	0	0
царство Plantae		
отдел Chlorophyta		
класс Bryopsidophyceae		
порядок Bryopsidales		
сем. Codiaceae		
89 <i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	0	
сем. Derbesiaceae		
90 <i>Derbesia marina</i> (Lyngbye) Solier (= <i>Halicystis ovalis</i>)	0	0
класс Chlorophyceae		
порядок Chlamydomonadales		
сем. Chlorochytriaceae		
91 <i>Chlorochytrium dermatocolax</i> Reinke	0	0
класс Ulvophyceae		
порядок Cladophorales		
сем. Cladophoraceae		
92 <i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kütz.	0	0
93 <i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kütz.	0	
94 <i>Chaetomorpha linum</i> (O. Müll.) Kütz.	0	0
95 <i>Chaetomorpha melagonium</i> (Web. et Mohr) Kütz.	0	0
96 <i>Chaetomorpha tortuosa</i> (Dillwyn) Kleen	0	
97 <i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey (= <i>R. implexum</i>)	0	0
порядок Ulotrichales		
сем. Ulotrichaceae		
98 <i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thur. (= <i>U. pseudoflacca</i>)	0	0
99 <i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.	0	
100 <i>Pseudothrix groenlandica</i> (J. Ag.) Hanic et Lindstr. (= <i>Capsosiphon groenlandicus</i>)	0	0
101 <i>Spongomorpha aeruginosa</i> (L.) Hoek (= <i>Chlorochytrium inclusum</i>)	0	0
102 <i>Spongomorpha vernalis</i> (Kjellman) Jónsson	0	
103 <i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillw.) Gain (= <i>Spongomorpha centralis</i>)	0	0
104 <i>Acrosiphonia flagellata</i> Kjellm.	0	0
105 <i>Acrosiphonia incurva</i> Kjellm.	0	
106 <i>Acrosiphonia sonderi</i> (Kütz.) Kornmann	0	0
107 <i>Urospora elongata</i> (Rosenvinge) Hagem	0	
108 <i>Urospora peniciliformis</i> (Roth.) Aresch. (= <i>Codiolum gregarium</i>)	0	0
109 <i>Urospora wormskioldii</i> (Mertens) Rosenvinge	0	
110 <i>Protomonostroma undulatum</i> (Wittr.) Vinogr.	0	
сем. Monostromataceae		
111 <i>Monostroma grevillei</i> (Thur.) Wittr.	0	0
порядок Ulvales		

Продолжение табл.

	Мурманское побережье	Новая земля
сем. Ulvellaceae		
112 <i>Ulvella scutata</i> (Reike) Nielsen, O'Kelly et Wysor (= <i>Pringshiemella scutata</i>)	0	
113 <i>Ulvella viridis</i> (Reike) Nielsen, O'Kelly et Wysor	0	0
114 <i>Ulvella repens</i> (Pringsheim) Nielsen, O'Kelly et Wysor (= <i>Acrochaete repens</i>)		0
115 <i>Ulvella wittrockii</i> (Wille) Nielsen, O'Kelly et Wysor (= <i>Endoderma Wittrockii</i>)		0
116 <i>Entocladia maculans</i> (A.D. Cotton) Papenfuss	0	
117 <i>Epicladia flustrae</i> Reinke	0	0
118 <i>Syncoryne reinkei</i> Nielsen et Pedersen	0	
сем. Bolbocoleonaceae		
119 <i>Bolbocoleon piliferum</i> Pringsheim	0	
сем. Kornmanniaceae		
120 <i>Blidingia chadefaudii</i> (Feldmann) Bliding	0	
121 <i>Blidingia minima</i> (Nägeli et Kützing.) Kylin	0	0
122 <i>Blidingia subsalsa</i> (Kjellman) Kornmann et Sahling ex Scagel (= <i>Enteromorpha micrococca</i> f. <i>subsalsa</i>)		0
123 <i>Kornmannia leptoderma</i> (Kjellm.) Bliding (= <i>K. zostericola</i>)	0	0
124 <i>Pseudendoclonium fucicola</i> (Rosenvinge) Nielsen (= <i>Pseudopringsheimia fucicola</i>)	0	
сем. Ulvaceae		
125 <i>Ulva compressa</i> L.	0	0
126 <i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh (= <i>Enteromorpha clathrata</i>)		0
127 <i>Ulva intestinalis</i> L.	0	0
128 <i>Ulva lactuca</i> L. (= <i>U. crassa</i>)	0	0
129 <i>Ulva prolifera</i> Müll.	0	0
130 <i>Ulvaria obscura</i> (Kütz.) Gayral et C. Bliding	0	0
131 <i>Ochlochaete hystrix</i> var. <i>ferox</i> (Huber) R. Nielsen (= <i>O. ferox</i>)		0
132 <i>Percursaria percursa</i> (C. Ag.) Rosenv.	0	
Класс Trebouxiophyceae		
Порядок Prasiolales		
сем. Prasiolaceae		
133 <i>Prasiola stipitata</i> Suhr ex Jessen	0	
134 <i>Rosenvingiella polyrhiza</i> (Rosenvinge) Silva	0	0
отдел Rhodophyta		
Класс Compsopogonophyceae		
Порядок Erythropeltales		
сем. Erythrotrichiaceae		
135 <i>Porphyropsis coccinea</i> (J. Ag ex Aresch.) Rosenv.	0	
136 <i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	0	0
137 <i>Sahlingia subintegra</i> (Rosenvinge) Kornmann (= <i>Erythrocladia subintegra</i>)	0	
класс Bangiophyceae		
порядок Bangiales		

	Мурманское побережье	Новая земля
сем. Bangiaceae		
138 <i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillwyn) Lyngbye (= <i>B. atropurpurea</i>)	0	
139 <i>Porphyra purpurea</i> C. Ag.	0	0
140 <i>Porphyra umbilicalis</i> Kütz.	0	
141 <i>Pyropia leucosticta</i> (Thuret) Neefus et Brodie (= <i>Porphyra leucosticta</i>)	0	
142 <i>Wildemania amplissima</i> Foslie (= <i>Porphyra amplissima</i>)	0	
143 <i>Wildemania miniata</i> (C. Ag.) Foslie (= <i>Porphyra miniata</i>)	0	
класс Stylonematophyceae		
порядок Stylonematales		
сем. Stylonemataceae		
144 <i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	0	
класс Florideophyceae		
порядок Colaconematales		
сем. Colaconemataceae		
145 <i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga (= <i>Acrochaetium davesii</i>)	0	
146 <i>Colaconema hallandicum</i> (Kylin) Afonso-Carillo, Sanson, Sangil et Diaz-Villa (= <i>A. polyblasta</i> , <i>Kylinia hallandica</i>)	0	
порядок Acrochaetiales		
сем. Acrochaetiaceae		
147 <i>Acrochaetium secundatum</i> (Lygbye) Nägeli (= <i>Kylinia virgatula</i> , <i>K. secundata</i>)	0	0
148 <i>Acrochaetium alariae</i> (Jónsson) Bornet (= <i>Audouinella jonssonii</i>)	0	
149 <i>Acrochaetium humile</i> (Rosenvinge) Børgesen (= <i>Kylinia humilis</i>)	0	
150 <i>Acrochaetium parvulum</i> (Kylin) Hoyt (= <i>Kylinia parvula</i>)	0	
151 <i>Acrochaetium virgatulum</i> (Harv.) Batters	0	
152 <i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli	0	
153 <i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge (= <i>Audouinella purpurea</i>)	0	0
154 <i>Grania efflorescens</i> (J. Ag.) Kylin (= <i>Audouinella efflorescens</i> , <i>A. thuretii</i>)	0	0
порядок Corallinales		
сем. Corallinaceae		
155 <i>Corallina officinalis</i> L.	0	0
156 <i>Lithophyllum crouaniorum</i> Foslie (= <i>L. crouanii</i>)	0	
сем. Lithothamniaceae		
157 <i>Lithothamnion glaciale</i> Kjellman	0	0
158 <i>Lithothamnion norvegicum</i> (Areschoug) Kjellman	0	
159 <i>Lithothamnion tophiforme</i> (Esper) Unger	0	0
160 <i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) Adey et McKibbin (= <i>P. polymorphum</i>)	0	0
161 <i>Phymatolithon lenormandii</i> (Areschoug) Adey	0	
162 <i>Phymatolithon purpureum</i> (Crouan et Crouan) Woelkerling et Irvine	0	0
порядок Hapalidiales		
сем. Mesophyllaceae		
163 <i>Clathromorphum circumscriptum</i> (Strömfelt) Foslie	0	

Продолжение табл.

	Мурманское побережье	Новая земля
164 <i>Clathromorphum compactum</i> (Kjellman) Foslie (= <i>Lithothamnion compactum</i>)	0	0
165 <i>Leptophytum arcticum</i> (Kjellman) Athanasiadis (= <i>Lithothamnion arcticum</i>)		0
166 <i>Leptophytum foecundum</i> (Kjellman) Adey	0	0
167 <i>Leptophytum flavescens</i> (Kjellman) Athanasiadis (= <i>Lithothamnion flavescens</i>)	0	0
168 <i>Leptophytum laeve</i> Adey	0	0
сем. Hapalidiaceae		
169 <i>Melobesia membranacea</i> (Esper) Lamouroux	0	0
порядок Palmariales		
сем. Meiodiscaceae		
170 <i>Meiodiscus spetsbergensis</i> (Kjellman) Saunders et McLachlan (= <i>Rhodochorton peniciliforme</i> , <i>R. spitsbergensis</i>)	0	0
171 <i>Meiodiscus conrescens</i> (Drew) Gabrielson (= <i>Audouinella conrescens</i>)	0	
172 <i>Rubrointrusa membranacea</i> (Magnus) Clayden et Saund. (= <i>Audouinella membranacea</i> , <i>Rhodochorton membranaceum</i>)	0	0
сем. Rhodophysemataceae		
173 <i>Rhodophysema elegans</i> (Crouan, Crouan ex J. Ag.) Dixon (= <i>Rhododermis parasitica</i>)	0	0
174 <i>Rhodophysema kjellmanii</i> Saunders et Clayden (= <i>Hallosacciocolax Kjellmanii</i>)	0	
сем. Palmariaceae		
175 <i>Palmaria palmata</i> (L.) Weber et Mohr (= <i>Rhodymenia palmata</i>)	0	0
176 <i>Devaleraea ramentacea</i> (L.) Guiry (= <i>H. ramentaceum</i>)	0	0
177 <i>Devaleraea firma</i> (P. et R.) Selivanova (= <i>Halosaccion firmum</i>)	0	0
порядок Ahnfeltiales		
сем. Ahnfeltiaceae		
178 <i>Ahnfeltia plicata</i> (Huds.) Fries	0	0
порядок Gigartinales		
сем. Dumontiaceae		
179 <i>Dumontia contorta</i> (Gmelin) Ruprecht (= <i>D. incrassata</i>)	0	
180 <i>Dilsea carnosus</i> Stackhouse (= <i>D. edulis</i> , <i>Sarcophyllis edulis</i>)	0	0
181 <i>Dilsea socialis</i> (P. et R.) Perest. (= <i>D. integra</i> , <i>Neodilsea integra</i> , <i>Sarcophyllis arctica</i>)	0	0
сем. Polyidaceae		
182 <i>Polyides rotunda</i> (Hudson) Gayllon (= <i>P. caprinus</i>)	0	0
сем. Kallymeniaceae		
183 <i>Euthora cristata</i> (C. Ag.) J. Ag. (= <i>Callophyllis cristata</i>)	0	0
сем. Furcellariaceae		
184 <i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson) Lamour. (= <i>F. fastigiata</i>)	0	0
185 <i>Turnerella pennyi</i> (Harvey) Schmitz. (= <i>T. septentrionalis</i>)	0	0
сем. Cystocloniaceae		
186 <i>Cystoclonium purpureum</i> (Hudson) Batters	0	0
187 <i>Fimbrifolium dichotomum</i> (Lepechin) Hansen (= <i>Rhodophyllis dichotoma</i>)	0	0
сем. Gigartinaceae		

		Мурманское побережье	Новая земля
188	<i>Chondrus crispus</i> Stackhouse сем. Phylloporaceae	0	0
189	<i>Coccotylus hartzii</i> (Rosenvinge) Le Gall ex Saunders (= <i>Ceratocolax hartzii</i>)	0	0
190	<i>Coccotylus truncatus</i> (Pallas) Wynne et Heine (= <i>Phyllophora truncata</i> , <i>P. brodiei</i> , <i>P. interrupta</i>)	0	0
191	<i>Petrocelis middendorffii</i> (Ruprecht) Kjellman	0	0
192	<i>Mastocarpus stellatus</i> (Stackhouse) Guiry Family Cruoriaceae	0	
193	<i>Cruoria pellita</i> (Lyngbye) Fries	0	0
	порядок Peyssonneliales сем. Peyssonneliaceae		
194	<i>Peyssonnelia rosenvingei</i> Schmitz	0	0
	порядок Hildenbrandiales сем. Hildenbrandiaceae		
195	<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini (= <i>H. prototypus</i>)	0	0
	порядок Bonnemaisoniales сем. Bonnemaisoniaceae		
196	<i>Trailiella intricata</i> Batters (тетраспорофит <i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot)	0	
	порядок Ceramiales сем. Callithamniaceae		
197	<i>Ceramium arborescens</i> J. Ag.	0	0
198	<i>Ceramium circinatum</i> (Kützing) J. Ag.	0	0
199	<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby	0	0
200	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	0	0
201	<i>Ceramium virgatum</i> Roth (= <i>C. rubrum</i> , <i>C. nodulosum</i>)	0	0
202	<i>Plumaria plumosa</i> (Hudson) Kuntze (= <i>P. elegans</i>)	0	0
203	<i>Ptilota gunneri</i> Silva, Maggs et Irvine (= <i>P. plumosa</i>)	0	0
204	<i>Ptilota serrata</i> Kütz. (= <i>P. pectinata</i>) сем. Ceramiaceae	0	0
205	<i>Scagelia pylaisaei</i> (Montagne) Wynne	0	0
206	<i>Scagelothamnion pusillum</i> (Ruprecht) Athanasiadis (= <i>Anthitamnion boreale</i>)	0	0
207	<i>Anthitamnionella floccosa</i> (Müller) Whittick сем. Delesseriaceae	0	0
208	<i>Delesseria sanguinea</i> (Hudson) Lam.	0	0
209	<i>Membranoptera alata</i> (Hudson) Stackhouse	0	0
210	<i>Membranoptera fabriciana</i> (Lyngbye) Wynne et Saunders (= <i>Pantoneura baeri</i>)	0	0
211	<i>Phycodrys rubens</i> (L.) Batters (= <i>P. sinuosa</i>) сем. Rhodomelaceae	0	0
212	<i>Polyostea arctica</i> (J. Ag.) Savoie ex Saunders (= <i>Polysiphonia arctica</i>)	0	0
213	<i>Polysiphonia stricta</i> (Mertens ex Dillwyn) Greville (= <i>P. urceolata</i>)	0	0

		Мурманское побережье	Новая земля
214	<i>Vertebrata nigra</i> (Hudson) Díaz-Tapia et Maggs (= <i>Polysiphonia nigra</i> , <i>P. atrorubescens</i>)		0
215	<i>Vertebrata fucoides</i> (Hudson) Kuntze (= <i>Polysiphonia fucoides</i>)	0	0
216	<i>Vertebrata lanosa</i> (L.) Christensen (= <i>Polysiphonia lanosa</i>)	0	
217	<i>Odonthalia dentata</i> (L.) Lyngbye	0	0
218	<i>Rhodomela confervoides</i> (Hudson) Silva (= <i>R. subfusca</i>)	0	0
219	<i>Rhodomela lycopodioides</i> (L.) C. Ag.	0	0
220	<i>Rhodomela sibirica</i> A. Zinova et Vinogradova	0	0
221	<i>Rhodomela tenuissima</i> (Ruprecht) Kjellman		0
	сем. Choreocolacaceae		
222	<i>Choreocolax polysiphoniae</i> Reinsch	0	
223	<i>Harveyella mirabilis</i> (Reinsch) Schmitz et Reince	0	0

морях Виноградова, 1999], Чукотском, Охотском и Японском морях [Перестенко, 1994], на Сахалине, Курильских о-вах [Евсеева, 2013], Камчатке [Клочкова и др., 2009], в Гренландии и Японии [Guiry, 2018]. Находка может свидетельствовать о миграции вида в пределах Северного Ледовитого океана и вполне возможное его отсутствие до сегодняшнего времени в списках Баренцева моря связано исключительно с недостаточностью исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общий список видового состава альгофлоры Мурманского побережья и архипелага Новая Земля, составленный на основе собственных сборов, гербарного материала и литературных данных, насчитывает 223 вида. Из них: 88 — Rhaeophyceae, 46 — Chlorophyta и 89 — Rhodophyta. Флора российской части Баренцева моря дополнена 5 новыми видами: *Sphacelaria rigidula*, *Acrochaetium microscopicum*, *Melobesia membranacea*, *Meiodiscus concrescens*, *Rhodomela tenuissima*.

БЛАГОДАРНОСТИ

Организация и пополнение гербария ВНИРО было бы невозможно без усилий всех альгологов, работавших в институте, и, прежде всего, Екатерины Ивановны Блиновой, благодаря которой уникальные сборы водорослей сохранились в гербарии ВНИРО.

ЛИТЕРАТУРА

- Блинова Е.И. 2007. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). М.: Изд-во ВНИРО. 114 с.
- Виноградова К.Л. 1964 а. Новые для Мурмана виды водорослей. II // Новости систематики низших растений. С. 114–119.
- Виноградова К.Л. 1964 б. Список водорослей, собранных на литорали Айновских островов (Мурман) // Новости систематики низших растений. С. 120–125.
- Виноградова К.Л. 1986 а. Роды *Chaetomorpha* Kutz. и *Rhizoclonium* Kutz. (Siphonocladales) в северных морях СССР // Новости систематики низших растений. Т. 23. С. 13–25.
- Виноградова К.Л. 1986 б. Видовой состав морских водорослей архипелага Земля Франца-Иосифа // Новости систематики низших растений. Т. 23. С. 27–37.
- Виноградова К.Л. 1988. Род *Cladophora* Kutz. в северных морях СССР // Новости систематики низших растений. Т. 25. С. 31–38.
- Виноградова К.Л. 1995. Аннотированный список видов морских водорослей Шпицбергена (Vinogradova K.L. The checklist of the marine algae from Spitsbergen) // Бот. журнал. Т. 80, № 6. С. 50–61.
- Виноградова К.Л. 1999. Распространение водорослей-макрофитов в арктических морях России // Новости систематики низших растений. Т. 33. С. 14–24.
- Виноградова К.Л. 2007. Род *Rophya* (Bangiales, Rhodophyta) в северных морях России // Бот. журнал. Т. 92. № 4. С. 532–543.

- Виноградова К.Л. 2010. Таксономический обзор порядка Corallinales (Rhodophyta) в северных морях России // Бот. журнал. Т. 95, № 5. С. 667–681.
- Виноградова К.Л. 2011. Порядок Ceramiales (Rhodophyta) во флоре Северного Ледовитого океана // Бот. журнал. Т. 96, № 6. С. 681–695.
- Виноградова К.Л., Штрик В.А. 2005. Дополнения к флоре водорослей северных морей России // Бот. журн. № 10. Т. 90. С. 1593–1599.
- Евсева Н.В. 2013. Видовой состав и характеристика флоры морских водорослей макрофитов южных Курильских островов // Труды СахНИРО. Т. 14. С. 237–266.
- Евсева Н.В. 2016. Дополнение к флоре морских водорослей-макрофитов южного Сахалина и южных Курильских островов // Альгология. Т. 26, № 4. С. 387–402.
- Евсева Н.В. 2018. К флоре морских водорослей прибрежной зоны северо-востока Охотского моря // Новости систематики низших растений. Т. 52, вып. 1. С. 63–73.
- Ефимова И.Б. 1988. К флоре водорослей Мурман (Баренцево море) // Новости систематики низших растений. Т. 25. С. 38–42.
- Ефимова И.Б. 1990. Зимний комплекс водорослей-эпифитов на литорали Мурман (Баренцево море) // Бот. журнал. Т. 75, № 3. С. 351–358.
- Зинова А.Д. 1953. Определитель бурых водорослей северных морей СССР. М. — Л.: Изд-во АН СССР. 225 с.
- Зинова А.Д. 1955. Определитель красных водорослей северных морей СССР. М. — Л.: Изд-во АН СССР. 219 с.
- Зинова А.Д. 1974. Состав и фитогеографическое деление арктической водорослевой флоры // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. Тез. док. Ленинград, 18–21 ноября 1974 г. Л.: Наука. С. 12–13.
- Зинова Е.С. 1912. Водоросли Мурман. Часть I. Введение. Зеленые и красные водоросли // Тр. Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. Т. 43, вып. 3. С. 170–343.
- Зинова Е.С. 1929. Водоросли Новой Земли // Исследования морей СССР. Вып. 10. С. 41–128.
- Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. 2005. Вып. 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. М.: Изд-во ВНИРО. 135 с.
- Калугина-Гутник А.А. 1975. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова думка. 247 с.
- Клочкова Н.Г. 1996. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива (Японское море) и особенности ее формирования. Владивосток. 292 с.
- Клочкова Н.Г., Чмыхалова В.Б., Королева Т.Н. 2004. Биология, экология и распространение рода *Fucus* L. и вида *F. evanescens* Ag. // Ботанические исследования на Камчатке: Мат. I и II сессий Камчатского отд. Русского ботанического общества. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГПУ. С. 68–84.
- Кузнецов Л.А., Шошина Е.В. 2003. Фитоценозы Баренцева моря (физиологические и структурные характеристики). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 308 с.
- Малавенда С.В., Шошина Е.В., Капков В.И. 2017. Видовое разнообразие макроводорослей в различных районах Баренцева моря // Вестник МГТУ. Т. 20, № 2. С. 336–351.
- Перестенко Л.П. 1964. Список водорослей литорали губ Плохие и Большие Чевры (Восточный Мурман) // Новости систематики низших растений. С. 139–146.
- Перестенко Л.П. 1965. Род *Acrosiphonia* J. Ag. на мурманском побережье (Баренцево море) // Новости систематики низших растений. С. 50–64.
- Петров Ю.Е. 1965. *Fucus distichus* L. emend Powell и *F. evanescens* C. Ag. // Новости систематики низших растений. С. 64–70.
- Петров Ю.Е. 1974. Обзорный ключ порядков Laminariales и Fucales морей СССР // Новости систематики низших растений. Т. 11. С. 153–169.
- Флёров Б.К. 1932. Распределение водорослей у берегов Новой Земли // Труды ГОИН. Т. 2, вып. 1. С. 7–45.
- Флёров Б.К., Карсакова Н.В. 1932. Список водорослей Новой Земли // Труды ГОИН. Т. 2, вып. 1. С. 46–73.
- Штрик В.А., Возжинская В.Б., Вехов Н.В. 2000. Морские водоросли побережья Новой Земли и пролива Югорский Шар // Морские гидробиологические исследования. М.: Изд-во ВНИРО. С. 88–98.

Поступила в редакцию 26.04.2018 г.
Принята после рецензии 01.06.2018 г.

Commercial species and their biology

Species composition of seaweeds of the coastal zone of the Murmansk coast and archipelago Novaya Zemlya

N.V. Evseeva

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The revision of the herbarium of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), which includes expeditionary collections of seaweed from the coastal zone of the Barents Sea and Novaya Zemlya, and research of own herbarium material, made it possible to specify and supplement the species composition of the macrophytobenthos of the Murmansk coast and the Novaya Zemlya. The check-list of marine algae of the Barents Sea records 223 species. Among them 88 species belong to class Phaeophyceae, 46 — to Chlorophyta and 89 — to Rhodophyta. 5 species — *Sphacelaria rigidula*, *Acrochaetium microscopicum*, *Melobesia membranacea*, *Meiodiscus concrescens*, *Rhodomela tenuissima* — are new for the Russian side of the Barents Sea. 117 species of seaweeds were detected on the Murman coast: 44 — Phaeophyceae, 24 — Chlorophyta, 48 — Rhodophyta, and 4 of them were new for this region. In the coastal zone of Novaya Zemlya 61 species of seaweed were found: 17 — Phaeophyceae, 8 — Chlorophyta, 36 — Rhodophyta, and 7 of them were new.

Keywords: the Barents Sea, Murman, Novaya Zemlya, flora, seaweeds, Chlorophyta, Phaeophyceae, Rhodophyta.

REFERENCES

- Blinova E.I.*, 2007. Vodorosli-makrofity i travy morey evropeyskoy chasti Rossii (flora, rasprostraneniye, biologiya, zapasy, marikultura) [Seaweeds and seagrass of the European part of Russia (flora, distribution, biology, stocks, marikultura)]. M.: VNIRO. 114 s.
- Vinogradova K.L.* 1964 a. Novye dlya Murmana vidy vodorosley. II [New species of seaweeds to Murman] // *Novosti sistematiki nizshykh rasteniy*. S. 114–119.
- Vinogradova K.L.* 1964 b. Spisok vodorosley, sobrannykh na litorali Aynovskikh ostrovov [The list of the seaweed collected in the intertidal zone of Ainov Islands (Murman)] // *Novosti sistematiki nizshykh rasteniy*. S. 120–125.
- Vinogradova K.L.* 1986 a. Rody *Chaetomorpha* Kutz. i *Rhizoclonium* Kutz. (Siphonocladales) v severnykh moryakh SSSR [The genus *Chaetomorpha* Kutz. and *Rhizoclonium* Kutz. (Siphonocladales) in the northern seas of USSR] // *Novosti sistematiki nizshykh rasteniy*. V. 23. S. 13–25.
- Vinogradova K.L.* 1986 b. Vidovoy sostav morskikh vodorosley archipelaga Zemlya Frantza-Iosifa [Species composition of seaweed of the Franz Josef Land] // *Novosti sistematiki nizshykh rasteniy*. V. 23. S. 27–37.
- Vinogradova K.L.* 1988. Rod *Cladophora* Kutz. v severnykh moryakh SSSR [The genus *Cladophora* Kutz. in the northern seas of USSR] // *Novosti sistematiki nizshykh rasteniy*. V. 25. S. 31–38.
- Vinogradova K.L.* 1995. The checklist of the marine algae from Spitsbergen // *Bot. zurnal*. V. 80, № 6. S. 50–61.
- Vinogradova K.L.* 1999. Rasprostraneniye vodorosley-makrofitov v arkticheskikh moryakh Rossii [Distribution of seaweeds of the Arctic seas of Russia] // *Novosti sistematiki nizshykh rasteniy*. V. 33. S. 14–24.

- Vinogradova K.L.* 2007. Rod *Pophyra* (Bangiales, Rhodophyta) v severnykh moryakh Rossii [The genus *Pophyra* (Bangiales, Rhodophyta) in the northern seas of Russia] // Bot. zhurnal. V. 92, № 4. S. 532–543.
- Vinogradova K.L.* 2010. Taksonomicheskiy obzor poryadka Corallinales (Rhodophyta) v severnykh moryakh Rossii [Taxonomic review of the Corallinales (Rhodophyta) in the northern Russian seas] // Bot. zhurnal. V. 95, № 5. S. 667–681.
- Vinogradova K.L.* 2011. Poryadok Ceramiales (Rhodophyta) v florye Severnogo Ledovitogo okeana [The order Ceramiales (Rhodophyta) in the flora of the Arctic ocean] // Bot. zhurnal. V. 96, № 6. S. 681–695.
- Vinogradova K.L., Shtrik V.A.* 2005. Dopolneniya k florye vodorosley severnykh morey Rossii [Additions to the marine algae flora of the northern seas of Russia] // Bot. zhurnal. № 10. S. 1593–1599.
- Evseeva N.V.* 2013. Vidovoy sostav i kharakteristika flory morskikh vodorosley makrofitov yuzhnykh Kurilskikh ostrovov [Species composition of seaweeds and characteristic of their flora along the southern Kuril Islands] // Trudy SakhNIRO. V. 14. S. 237–266.
- Evseeva N.V.* 2016. Additional data of algae-macrophytes from south Sakhalin and the south Kuril islands (Russia) // Algology. 26(4): 387–402.
- Evseeva N.V.* 2018. K flore morskikh vodorosley pribrezhnoy zony severo-vostoka Okhotskogo morya [Contribution to the flora of marine algae of the coastal zone of the northeastern part of the Sea of Okhotsk] // Novosti sistematiki nizshikh rasteniy. 52 (1). S. 63–73.
- Efimova I.B.* 1988. K flore vodorosley Murmana (Barentsevo more) [To the flora of seaweeds of Murman (Barents Sea)] // Novosti sistematiki nizshikh rasteniy. V. 25. S. 38–42.
- Efimova I.B.* 1990. Zimniy kompleks vodorosley-epifitov na litorali Murmana [Winter complex of algal epiphytes on the Murman littoral (The Barents Sea)] // Bot. zhurnal. V. 75, № 3. S. 351–358.
- Zinova A.D.* 1955. Opredelitel krasnykh vodorosley severnykh morey SSSR [The determinant of red algae of the northern seas of the USSR]. Moscow–Leningrad. 220 s.
- Zinova A.D.* 1953. Opredelitel burykh vodorosley severnykh morey SSSR [The determinant of brown algae of the northern seas of the USSR]. Moscow–Leningrad: 225 s.
- Zinova A.D.* 1974. Sostav i fitogeograficheskoye deleniye arkticheskoy vodoroslevoy flory [Structure and phytogeographical division of the Arctic flora of seaweeds] // Gidrobiologiya i biogeografiya shelfov kholodnykh i umerennykh vod Mirovogo okeana. Tez. dokl. L.: Nauka. S. 12–13.
- Zinova E.S.* 1912. Vodorosli Murmana. I. Vvedeniye. Zelenye i krasnye vodorosli [Seaweeds of Murman. Part I. Introduction. Green and red seaweeds] // Tr. Sankt-Peterburgskogo obshchestva estestvoispytateley. V. 43 (3). S. 170–343.
- Zinova E.S.* 1929. Vodorosli Novoy Zemli [Algae of Novaya Zemlja] // Issledovanie morey SSSR. V. 10. S. 41–128.
- Guiry M.D.* 2017. Algae Base. World-wide electronic publication, version 4.2. 1996–2017. Galway. <http://www.algaebase.org>
- Hwang Il-Ki, Kim Hyung-Seop.* 2011. Algal Flora of Korea. Rhodophyta: Florideophyceae: Nemaliophycidae: Acrochaetales, Colaconematales, Palmariales, Nemaliales. Nemalian Red Algae. Vol. 4, Number 2. 111 p.
- Irvine L.M., Chamberlain Y.M.* 2011. Seaweeds of the British Isles. Vol. 1, part 2B (Corallinales, Hildenbrandiales). London: 276 p.
- Izucheniye ekosistem rybokhozyaystvennykh vodoyemov, sbor i obrabotka dannykh o vodnykh biologicheskikh resursakh, tekhnika i tekhnologiya ikh dobychi i pererabotki.* 2005. Vyp. 3. Metody landshaftnykh issledovaniy i otsenki zapasov donnykh bespozvonochnykh i vodorosley morskoy pribrezhnoy zony. M. 135 p.
- Kalugina-Gutnik A.A.* 1975. Fitobentos Chernogo morya [Phytobenthos of the Black Sea]. Kiev. 247 s.
- Klochkova N.G.* 1996. Flora vodorosley-makrofitov Tatarskogo proliva (Yaponskoe more) i osobennosti eye formirovaniya [Flora of algae-macrophytes of the Tatar Strait (the Sea of Japan) and features of its formation]. Vladivostok: 292 s.
- Klochkova N.G., Chmykhalova V.B., Korolyeva T.N.* 2004. Biologiya, ekologiya i rasprostraneniye roda *Fucus* L. i vida *F. evanescens* Ag. [Ecology and distribution genera *Fucus* L. and species *F. evanescens* Ag.] // Botanicheskiye issledovaniya na Kamchatke: Mat. I i II sessiy Kamchatskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva. Petropavlovsk-Kamchatskiy. S. 68–84.
- Kuznetsov L.L., Schoschina E.V.* 2003. Fitotsenozy Barentseva morya (fisiologicheskoye i strukturnoye kharakteristiki) [Phytocenoses of the Barents Sea (physiological and structural characteristics)]. Apatity: 308 s.
- Malavenda S.V., Schoschina E.V., Kapkov V.I.* Vidovoye raznoobraziye makrovodorosley v razlichnykh rayonakh Barentseva morya [Species diversity of seaweeds in different areas of the Barents Sea] // Vestnik MGTU. 2017. V. 20, № 2, 336–351.
- Perestenko L.P.* 1964. Spisok vodorosley litorali gub Plochiye i Bolshiye Chevry (Vostochnyy Murman) [The check-list of seaweeds in the intertidal zone of

- Bad and Big Chevra Bays (East Murman)] // *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. S. 139–146.
- Perestenko L.P.* 1965. Rod *Acrosiphonia* J. Ag. na murmanskoy poberezhye (Barentsevo more) [The genus *Acrosiphonia* J. Ag. on the Murmansk coast (Barents Sea)] // *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. S. 50–64.
- Petrov J.E.* 1965. *Fucus distichus* L. emend Powell и *F. evanescens* C. Ag. [*Fucus distichus* L. emend Powell и *F. evanescens* C. Ag.] // *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. S. 64–70.
- Petrov J.E.* 1974. The overview key of the orders of the Laminariales and Fucales of the seas of the USSR. *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 11: S. 153–169.
- Flerov B.K.* 1932. Vodorosli poberezhnyy Novoy Zemli [Algae of the coasts of Novaya Zemlja]. 1. Raspreделение vodorosley u beregov Novoy Zemli // *Trudy GOIN*. V. II (1). S. 7–45.
- Flerov B.K., Korsakova N.V.* 1932. Spisok vodorosley Novoy Zemli [List of algae of Novaya Zemlja] // *Trudy GOIN*. V. II (1). S. 46–73.
- Shtrik V.A., Vozzhinskaya V.B., Vekhov N.V.* 2000. Morskiye vodorosli poberezhya Novoy Zemli i proliva Yugorskiy Shar [Seaweeds of the Novaya Zemlya and Yugorskiy Shar Strait coasts] // *Morskiye gidrobiologicheskiye issledovaniya*. M.: VNIRO. S. 88–98.
- Coyer J.A., Hoarau G., Oudot-Le Secq M.-P., Stam W.T., Olsen J.L.* 2006. A mtDNA-based phylogeny of the brown algal genus *Fucus* (Heterokontophyta; Phaeophyta) // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. V. 39. P. 209–222.
- Dixon P.S., Irvine L.M.* 2011. Seaweeds of the British Isles. Vol. 1, part 1 (Introduction, Nemaliales, Gigartinales). L. 252 p.
- Fredriksen Stein, Gabrielsen Tove M., Kile Maia R., Sivertsen Knut.* 2015. Benthic algal vegetation in Isfjorden, Svalbard // *Polar Research*. V. 34, is. 1, p. 1–9 (<https://doi.org/10.3402/polar.v34.25994>).
- Guiry M.D.* 2017. Algae Base. World-wide electronic publication, version 4.2. 1996–2017. Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Hwang Il-Ki, Kim Hyung-Seop.* 2011. Algal Flora of Korea. Rhodophyta: Florideophyceae: Nemaliophycidae: Acrochaetales, Colaconematales, Palmariales, Nemaliales. *Nemalian Red Algae*. Volume 4, Number 2. 111 p.
- Irvine L.M., Chamberlain Y.M.* 2011. Seaweeds of the British Isles. Vol. 1, part 2 B (Corallinales, Hildenbrandiales). L. 276 p.
- Laughinghouse H.D., Müller K.M., Adey W.H., Lara Y., Young R., Johnson G.* 2015. Evolution of the Northern Rockweed, *Fucus distichus*, in a Regime of Glacial Cycling: Implications for Benthic Algal Phylogenetics // *PLoS ONE*, 10(12): e0143795. P. 1–17. (doi:10.1371/journal.pone.0143795).
- Powell H.T.* 1957. Studies in the genus *Fucus* L. I. *Fucus distichus* L. emend. Powell // *J. of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. V. 36. P. 407–432.
- Schneider C.W.* 1983. The Red Algal Genus *Audouinella* Bory (Nemaliales: Acrochaetiaceae) from North Carolina. *Smithsonian contributions to the marine sciences*; no. 22. Washington. 25 p.

TABLE CAPTIONS

Table. Species composition of benthic seaweeds of the coastal zone of the Murmansk coast and archipelago Novaya Zemlya

Figure captions

Fig. 1. Map of the location of algae collection points in June-August 2011

Fig. 2. Areas of collection in the archipelago Novaya Zemlya under the direction of B.K. Flerova in 1921, 1923–1927 and 1931

Fig. 3. *Melobesia membranacea* (increase ×400)

Fig. 4. *Meiodiscus concrecens* (increase ×400)

Fig. 5. *Rhodomela tenuissima*

Промысловые виды и их биология

УДК 57.084.2:594.582

Использование шкал стадий зрелости репродуктивной системы в исследованиях командорского кальмара

Ф.В. Лищенко, Д.О. Алексеев, А.В. Лищенко

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: shellfish@vniro.ru

В ходе российских исследований командорского кальмара постепенно совершенствовался подход к оценке его биологического состояния. Для оценки состояния репродуктивной системы использовались несколько шкал зрелости. Простая шкала с подразделением на 4 стадии была предложена в ТИНРО в начале 1970-х гг. Другие зрелости кальмаров были созданы немного позже во ВНИРО и АтлантНИРО. В их основу были положены результаты исследований гаметогенеза и репродуктивной стратегии океанических кальмаров-оммастрефид. В то же время, они не учитывали особенностей развития и функционирования репродуктивной системы командорского кальмара. По мере углубления исследований гаметогенеза была предложена более детализированная периодизация развития половой системы. Первая специализированная шкала зрелости репродуктивной системы командорского кальмара была разработана в 1996 г. В этой шкале нашло отражение наличие у командорского кальмара растянутого периода порционного нереста. Впоследствии эта шкала была доработана во ВНИРО для периодизации не только развития половой системы, но и онтогенеза командорского кальмара в целом. Описание шкалы, используемой в настоящее время во ВНИРО, приводится в настоящей работе.

Ключевые слова: командорский кальмар *Berryteuthis magister*, половая система, гаметогенез, онтогенез, стадии зрелости.

ВВЕДЕНИЕ

Командорский кальмар *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) — наиболее важный промысловый вид головоногих моллюсков в водах России. Специализированные рыбохозяйственные исследования этого вида начались в 1970-е гг., когда были предприняты первые попытки промыслового освоения у Командорских о-вов. По мере углубления и расширения

исследований командорского кальмара усложнялись и используемые для этого методики.

Этапы формирования репродуктивной системы кальмара, выражаемые в стадиях её развития, служат важнейшими параметрами, традиционно включаемыми в биологический анализ — комплексную оценку биологического состояния. Для командорского кальмара первоначально применялась универсальная шкала

зрелости репродуктивной системы, рекомендованная для широкого круга объектов [Шевцов, 1971]. Впоследствии в ряде работ были предложены более детализированные схемы оценки её состояния у кальмаров [Филиппова, 1972; Буруковский и др., 1977]. Эти шкалы зрелости предлагались, в первую очередь, для кальмаров-оммастрефид, но рекомендовались также (особенно Ю.А. Филипповой) для широкого круга видов головоногих.

В дальнейшем закономерно возникла потребность в разработке специализированной системы оценки зрелости, учитывающей специфику биологии командорского кальмара. Итогом стало создание специализированной шкалы зрелости [Нигматуллин и др., 1996]. Впоследствии эта шкала была доработана для более удобного применения в практике полевых биологических анализов. Кроме того, в прикладных рыбохозяйственных исследованиях оказалась более востребована оценка периодизации онтогенеза кальмара в целом, а не только оценка стадии развития половой системы, что тоже нашло отражение в доработке шкалы Нигматуллина с соавторами. Такая доработанная шкала почти два десятилетия применялась в рыбохозяйственных исследованиях ТИНРО-Центра [Федорец, 2006] и ВНИРО [Алексеев, 2006; 2007; 2017]. Однако окончательная, доработанная версия такой шкалы зрелости так и не была опубликована. Исправлению этого упущения и посвящена настоящая работа.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШКАЛ ЗРЕЛОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМАНДОРСКОГО КАЛЬМАРА

Командорский кальмар имеет ряд особенностей репродуктивной стратегии [Нигматуллин и др., 1996], которые затрудняют использование для командорского кальмара универсальных шкал, разработанных, в основном, на основе исследований кальмаров семейства *Ommastrephidae* [Буруковский и др., 1977; Филиппова, 1973; 1982; Arkhipkin, 1992; Lipinski, 1979].

Вероятно, первой шкалой, которая была применена в исследованиях командорского кальмара, была универсальная шкала ста-

дий зрелости половой системы, предложенная Шевцовым [1971], насчитывающая 4 стадии зрелости (кроме не включаемых в шкалу ювенильных, а также выбойных особей). Определение стадий зрелости самок ограничивалось определением размера и цвета нидаментальных желез (кроме последней, четвертой стадии, основным признаком которой предлагалось считать наличие зрелых яиц). У самцов стадии зрелости определялись по наличию сперматофоров в нидахе и их количеству.

Применительно к командорскому кальмару такая четырехбальная шкала использовалась в ТИНРО [Федорец и др., 1997 а, б]. Со временем диагностика стадий была доработана [Федорец, 2006] с привлечением дополнительных признаков.

Эта же шкала зрелости была принята за основу и в СахНИРО, с одним небольшим изменением: выбойным особям кальмара была присвоена дополнительная, пятая стадия зрелости. В результате шкала была названа шестибальной, с учётом выделяемых в отдельную категорию ювенильных особей [Аюпов, 2003]. Однако в действительности она представляет собой лишь модификацию 4-бальной шкалы Шевцова. Особенностей порционного нереста командорского кальмара эта шкала не учитывала.

Примерно в одно время с работой Шевцова во ВНИРО шкала стадий зрелости, ориентированная, в основном, на океанических кальмаров семейства *Ommastrephidae*, была предложена Филипповой [1972]. Она содержала шесть стадий (с выведением ювенильных и выбойных особей в группы, для которых не определяется стадия так же, как это было сделано в описанной выше шкале Шевцова). Основным отличием шкалы Филипповой было выделение в отдельную стадию самок со зрелыми ооцитами в яичнике и самцов с первыми сформировавшимися сперматофорами в сперматофорном комплексе органов (стадия 4 — созревающие особи). Позднее эта же шкала, без существенных изменений, была повторно использована в рекомендациях по изучению кальмаров для специалистов рыбохозяйственных институтов [Филиппова, 1983]. В исследованиях командорского кальмара шкала Филипповой не была использована. Вплоть до 1990-х гг. в ТИНРО-Центре по-прежнему

использовалась шкала собственной разработки [Шевцов, 1971].

Шкала стадий зрелости самок кальмаров, основанная на более глубоком анализе оогенеза, с привязкой стадий к определённым этапам развития ооцитов, была предложена Р.Н. Буруковским с соавторами [Буруковский и др., 1977]. Эта шкала была приведена также в работах К.Н. Несиса [1982] и Г.В. Зуева [Зуев и др., 1985], благодаря чему получила очень широкое распространение в теутологических работах советских и российских авторов с середины 1980-х гг. по настоящее время. Важной особенностью этой шкалы было подразделение стадий зрелых кальмаров: в ней выделялись подстадии физиологически зрелых кальмаров до начала нереста, собственно нереста и подстадия фактически завершивших нерест кальмаров. В отдельную стадию выделялись деградировавшие выбойные кальмары. Применение такой шкалы для командорского кальмара оказалось удобным, так как позволяло разделять разные этапы нерестового состояния кальмара, хотя закладываемый в них смысл не соответствовал в точности тому пониманию подстадий пятой стадии, которое изначально закладывалось при разработке шкалы Буруковского с соавторами.

ВНИРО впервые подключился к исследованиям командорского кальмара в 1983—1984 гг. В этих исследованиях уже использовалась шкала, разработанная Р.Н. Буруковским с соавторами [Алексеев, Бизиков, 1986; Алексеев, Бизиков, Хромов, 1986].

Развитие промысла командорского кальмара, выражавшееся как в последовательном нарастании объёмов вылова, так и в расширении географии промысла [Алексеев и др., 2013; Алексеев, 2015], потребовало более глубокого изучения этого вида с применением специализированных методик. Прогресс в изучении гаметогенеза командорского кальмара и использование его результатов в уточнении стадий зрелости в российских исследованиях связан с работами по изучению кальмара, выполненными на материалах, полученных в ходе экспедиций ВНИРО в Беринговом море в начале 1990-х гг. [Нигматуллин и др., 1996].

В новой шкале предлагалось выделять 7 стадий с разбиением некоторых стадий на подстадии. Стадии начальных этапов оогенеза

сохранили преемственность со шкалами Буруковского с соавторами и Филипповой: ювенильные особи в отдельную стадию не выделялись, а незрелые кальмары, в соответствии с основными этапами гаметогенеза и развития половых органов, были разделены на четыре стадии, от ранней молодки (стадия 1) до созревающих кальмаров (стадия 4). Были выделены отдельные стадии для состояния физиологической и функциональной зрелости (каждая из которых разбита на подстадии) и стадия выбойных кальмаров. Выделение стадий было основано на очень подробном описании сперматогенеза и оогенеза командорского кальмара.

Эта шкала очень точно учитывала особенности развития половой системы, но не была рассчитана на периодизацию онтогенеза командорского кальмара в целом. Кроме того, использование этой шкалы в полевых условиях, показало наличие ограничений её применения в практике экспедиционных исследований. В частности, при проведении стандартных биологических анализов вскрытие половой системы и определение размеров ооцитов с точностью до десятых долей миллиметра крайне затруднительно и недопустимо затягивает выполнение анализа для установленного методиками минимального объёма выборки [Филиппова, 1983].

В связи с этим, группой специалистов, принимавших участие в продолжавшихся в 1996 г. и в последующие годы российско-японских исследованиях командорского кальмара, была осуществлена доработка специализированной шкалы стадий зрелости с тем, чтобы приблизить оценку биологического состояния к потребностям рыбохозяйственных исследований. При этом была сохранена основа шкалы, опирающаяся на наиболее глубокое биологическое обоснование выделенных стадий зрелости [Нигматуллин и др., 1996].

Изменения коснулись разделения стадии преобладающего соматического роста (нагула) самок — стадии 2 по шкале Нигматуллина с соавторами, на две подстадии. В эту категорию попадали особи очень широкого размерного диапазона (от 14—15 до 28—30 см по длине мантии), с существенными различиями во внешнем виде кальмаров и состоянием половой системы в начале и конце стадии. К концу 2 стадии самки достигают размеров зрелых особей, сомати-

ческий рост замедляется, сближая эту подстадию по размерному составу с последующими (табл. 1). Гонады самок по завершении 2 стадии становятся почти полностью непрозрачными, с ясно различимыми отдельными ооцитами. Такая особенность позволила выделить в пределах стадии 2 две подстадии: 2–1 (стадия 2 ранняя) и 2–2 (стадия 2 поздняя). У самцов, имеющих, в целом, меньшие размеры и, соответственно, не такой большой прирост при прохождении 2 стадии, а также не столь заметные изменения внешнего вида гонад, мы сочли допустимым сохранить единую 2 стадию.

Разделение 5 стадии на три подстадии на практике оказалось избыточным. Различия между подстадиями, предложенные в первой специализированной шкале, по числу ооцитов

в яйцеводе или сперматофоров в ниджемовом мешке, не очень чёткое. Гораздо более простым, с точки зрения выполнимости операции в условиях полевых работ, было разделение пятой стадии на две подстадии. Подстадия 5–1 характеризуется относительно небольшим числом ооцитов в яйцеводах и отсутствием (за редчайшим исключением) признаков спаривания. Подстадия 5–2 характеризуется полными или почти полными яйцеводами. Некоторые из этих самок имеют следы спаривания — у этих особей в самом ближайшем будущем должен произойти вымет и оплодотворение первой партии яиц после чего они перейдут в подстадию 6–1.

В новой редакции описания исключено упоминание на то, что большинство самок на стадии 5–3 имеет следы спаривания. В разные сезоны

Таблица 1. Распределение стадий и подстадий зрелости самок командорского кальмара по специализированной шкале зрелости ВНИРО (в %) по размерным классам (уловы МФТ «Иоланта» 21 сентября — 12 октября 2005 г., Юго-Восточная Камчатка).

Длина мантии, мм	Стадии и подстадии зрелости									
	1	2–1	2–2	3	4	5–1	5–2	6–1	6–2	7
121–130	50,00									
131–140	33,33	0,25								
141–150	16,67	0,00								
151–160		0,74								
161–170		1,72								
171–180		8,33								
181–190		8,82								
191–200		11,27								
201–210		15,44								
211–220		12,25	1,64							
221–230		17,16	13,11		3,00	5,26				
231–240		12,01	21,31	15,00	4,00	10,53		6,67	14,29	
241–250		7,84	31,15	33,33	19,00	15,79	6,90	13,33		
251–260		3,68	22,13	18,33	23,00	21,05	17,24	13,33	28,57	50,00
261–270		0,49	9,84	20,00	23,00	31,58	34,48	13,33	14,29	50,00
271–280			0,82	10,00	17,00	10,53	17,24	13,33		
281–290				1,67	7,00	5,26	13,79	13,33		
291–300				1,67	3,00			13,33		
301–310							6,90		14,29	
311–320							3,45	6,67		
>320								6,67	28,57	
N, экз.	6	408	122	60	100	19	29	15	7	2

и в разных районах доля спаривавшихся физиологически зрелых особей может сильно варьировать. Так, в летний сезон 1998 г. в районе образования нагульного скопления командорского кальмара к югу от м. Наварин в Беринговом море доля спаривавшихся самок стадии 5 была ничтожно мала. Осенью 2005 г. у Юго-Восточной Камчатки, наоборот, большинство самок 5 стадии имело следы спаривания.

Несколько сложнее оказался вопрос с соотношением стадии 5—3 самцов с новой редакцией шкалы. В работе Ч.М. Нигматуллина с соавторами [1996] указывается, что самцы на стадии 5—3 уже принимают участие в спаривании, т. е. являются функционально зрелыми в отличие от подстадий 5—1 и 5—2. В результате характеристика стадии 5 оказалась весьма нечёткой — «функциональное созревание и участие в спаривании» — к функционально зрелым приходилось относить как самцов 5—3 подстадии, так и 6 стадии.

Поэтому наличие следов спаривания у самцов было предложено рассматривать как критерий отнесения к 6 стадии — функциональной зрелости, в отличие от 5 стадии, в течение которой происходит только накопление зрелых половых продуктов. Соответственно, возникло некоторое несоответствие границ между 5 и 6 стадиями в шкале Нигматуллина с соавторами и в доработанной шкале (табл. 4). Такое изменение представляется оправданным, так как в результате достигается чёткая периодизация онтогенеза командорского кальмара по стадиям физиологической и функциональной зрелости.

Следует также упомянуть 4 стадию зрелости. Характеристики этой стадии, предложенные первоначально [Нигматуллин и др., 1996] и в современных исследованиях совпадают, но имеются различия в трактовке её места в онтогенезе. Это связано с недостаточной чёткостью понимания термина «физиологическая зрелость» применительно к командорскому кальмару. Бесспорно, на 4 стадии в половой системе появляются зрелые половые продукты, однако можно ли считать физиологически зрелыми кальмаров, у которых зрелые половые продукты, ещё не попали в разделы половой системы, обеспечивающие их вывод во внешнюю среду и оплодотворение? Действительно, и в яйцеводах, и в ниджемоме

на 4 стадии зрелые половые продукты отсутствуют. Этот вопрос, видимо, требует непростой дополнительной дискуссии. Пока же мы посчитали, что из характеристики 4 стадии зрелости лучше исключить упоминание о «физиологической зрелости» и заменить его на термин «созревание».

Описание стадий было также переработано, чтобы сделать его максимально удобным для быстрого и достаточно уверенного определения в полевых условиях, с использованием минимума признаков. Для этого описания были дополнены внешними признаками кальмаров и их отдельных органов, а описания состояния гонад, полученные с применением специальных гистологических методик, сокращены. С точки зрения периодизации онтогенеза характеристики предлагаемых в доработанной шкале стадий зрелости следующие:

- 1 — ранняя молодь, стадия быстрого соматического роста;
- 2 — нагульная молодь, стадия опережающего соматического роста с постепенным ростом репродуктивной системы. Замедление соматического роста к концу стадии;
- 3 — нагуливающие созревающие кальмары, замедление соматического роста, накопление энергетических резервов, опережающий рост и начало созревания репродуктивной системы;
- 4 — созревающие кальмары, сильное замедление соматического роста и накопления энергетических резервов у самок, ускорение созревания репродуктивной системы;
- 5 — физиологически зрелые кальмары, сильное замедление соматического роста и накопления энергетических резервов у самцов, достижение репродуктивной системой физиологической зрелости (готовность к нересту);
- 6 — функционально зрелые кальмары, почти полная остановка соматического роста, резкое сокращение интенсивности активного питания и расходование энергетических резервов, спаривание и нерест;
- 7 — посленерестовые погибающие (выбойные) кальмары, постепенная деградация всех систем органов.

Созданная в результате такой доработки шкала используется нами с 1996 г. по настоящее время и приведена в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Специализированная шкала стадий зрелости самок командорского кальмара, используемая во ВНИРО

Стадия/ подстадия	Основные признаки			Дополнительные признаки
	Яичник	Яйцеводы	Нидаментальные железы	
1	Тонкий прозрачный тяж, при рассмотрении невооружённым глазом содержимое кажется гомогенным, отдельные ооциты можно разглядеть только при достаточно сильном увеличении. При извлечении из мантийной полости выглядит как небольшая прозрачная ниточка	Прозрачные, не видны невооружённым взглядом	Парные прозрачные, плохо различимые нитевидные тяжи, лежащие сверху на яичнике, их длина не более половины яичника	Единственное визуальное отличие от самцов — отсутствие маленького прозрачного округлого образования (СКО) у верхнего конца гонады с левой стороны
2–1	Полупрозрачный тяж, плотный, упругий, его длина около четверти длины мантии. Отдельные ооциты внешне плохо различимы, но при надрезе хорошо видна зернистая структура ткани яичника	Прозрачные, плохо различимые невооружённым глазом, уложенные «змейкой» нитевидные образования	Некрупные полупрозрачные тяжи, лежащие сверху на яичнике, их длина около трети длины яичника или чуть больше	Общий внешний вид «подростковый», прогонистый, внешне не отличимы от самцов ни размерами, ни пропорциями тела
2–2	Мутный, белёсый почти не прозрачный, заметно увеличенный, его длина около трети длины мантии или несколько больше. Отдельные ооциты хорошо различимы, в виде белых почти одноразмерных точек. Диаметр ооцитов не более 2 мм	Прозрачные, уложенные «змейкой» тонкие тяжи на поверхности яичника	Крупные, мутно-белёсые, почти не прозрачные, упругие, лентовидные образования, их длина около половины длины яичника	Крупные размеры и несколько расширенная вследствие увеличения гонады мантия, что позволяет визуально отнести особи этой стадии к самкам
3	Сильно увеличенный, упругий, его объём занимает до половины свободного объёма задней части мантийной полости. Между ооцитами становятся заметны различия в размере, самые крупные могут иметь в диаметре до 3 мм. Окраска основной массы ооцитов однородная желтовато-белая, только отдельные наиболее крупные ооциты могут иметь более интенсивную жёлтую окраску	Полупрозрачные, уложенные «змейкой» плоские тяжи на поверхности яичника	Крупные, упругие, лентовидные образования от почти белого до кремового цвета. Их длина около трети длины яичника или немного больше	Крупные размеры, характерные для взрослых самок. Заметно расширенная мантия вследствие сильного увеличения объёма яичника
4	Сильно увеличенный, упругий, занимает большую часть объёма задней части мантийной полости. Имеет выраженную неравномерную окраску: наряду с незрелыми непрозрачными белыми или желтовато-белыми ооцитами появляются зрелые, прозрачные ооциты янтарного цвета (диаметр зрелых ооцитов до 4 мм). Число зрелых ооцитов значительно меньше числа незрелых	Полупрозрачные, белёсые, плоские тяжи, плотно уложенные «змейкой» немного по бокам на поверхности передней части яичника. Яйца в яйцеводах отсутствуют	Крупные, упругие, кремовые широко-лентовидные, их длина от трети до половины длины яичника	Крупные размеры, характерные для взрослых самок. Заметно расширенная мантия вследствие сильного увеличения объёма яичника

Стадия/ подстадия	Основные признаки			Дополнительные признаки
	Яичник	Яйцеводы	Нидаментальные железы	
5–1	Крупный, раздутый, непрозрачный, занимает почти весь объём мантийной полости. Имеет выраженную неравномерную окраску, наряду с незрелыми непрозрачными белыми или желтовато-белыми ооцитами имеются зрелые, прозрачные ооциты янтарного цвета (диаметр зрелых ооцитов до 4 мм). Число зрелых ооцитов не более половины всех видимых ооцитов	Большие, упругие, с умеренно растянутыми стенками, содержат не более сотни ооцитов, уложенных не очень плотно, преимущественно в передней части яйцевода, в довольно правильном порядке	Крупные, упругие, кремовые, широко-лентовидные, их длина около половины длины яичника. Ширина двух нидаментальных желёз больше половины ширины яичника, так что они прикрывают сверху большую часть поверхности передней части яичника	В крайне редких случаях на внутренней поверхности мантии в её передней части может быть обнаружен прикрепленный пучок сперматангов с неиспользованными семенными резервуарами
5–2	Крупный, раздутый, непрозрачный, занимает почти весь объём полости. Имеет выраженную неравномерную окраску, наряду с незрелыми непрозрачными белыми или желтовато-белыми ооцитами имеются зрелые, прозрачные ооциты янтарного цвета (диаметр зрелых ооцитов до 4 мм). Число зрелых ооцитов может достигать около половины всех видимых ооцитов	Большие, упругие, с сильно растянутыми стенками, содержат от 2–3 до 7–9 сотен ооцитов, уложенных очень плотно, в довольно правильном порядке	Крупные, упругие, кремовые, продолговатые широко-лентовидные, их длина около половины длины яичника. Ширина двух нидаментальных желёз больше половины ширины яичника, так что они прикрывают сверху большую часть поверхности передней части яичника	Изредка на внутренней поверхности мантии в её передней части может быть обнаружен прикрепленный пучок сперматангов с неиспользованными семенными резервуарами. У некоторых экземпляров могут быть автотомированы щупальцы
6–1	Крупный, непрозрачный, раздутый но не очень упругий. Имеет выраженную неравномерную окраску вследствие присутствия в нём незрелых желтовато-белых, прозрачных зрелых и резорбирующих непрозрачных грязно-жёлтых ооцитов. Между оформленными ооцитами может иметься небольшое количество белёсой жидкости. Число зрелых ооцитов от половины общего числа видимых ооцитов и более	Большие, упругие, с сильно растянутыми стенками, содержат от 2–3 до 7–9 сотен ооцитов, уложенных очень плотно, но без правильного порядка	Крупные, светло-кремовые, длина около половины длины мантии, без заметных признаков деградации, но не упругие, могут иметь слегка неровные мягкие края	На внутренней поверхности мантии в её передней части один или несколько прикрепленных пучков сперматангов, по крайней мере, у одного из которых использованы семенные резервуары. Мантия не утончена, но частично утратила упругость. Начиная с этой подстадии и далее щупальца автотомированы у всех особей
6–2	Крупный, частично спавшийся, дряблый, приобретает обшую грязно-жёлтую окраску. Большинство ооцитов зрелые прозрачные или резорбирующие грязно-жёлтые. Незрелые ооциты очень немногочисленны, единичны. Между ооцитами хорошо видна серовато-белёсая жидкость	Большие, мягкие и дряблые, частично спавшиеся, содержат от нескольких десятков до одной-двух сотен ооцитов	Несколько уменьшены в размерах, длина от половины до трети длины яичника. Дряблые, с мягкими неровными краями. Цвет кремовый или серовато-кремовый	На внутренней поверхности мантии в её передней части один или несколько прикрепленных пучков сперматангов, преимущественно с использованными семенными резервуарами. Мантия заметно утончена, дряблая, окраска тканей мантии становится серовато-жёлтой
7	Спавшийся, дряблый, заполнен, в основном, неструктурированной серовато-жёлтой жидкостью, в которой плавают отдельные зрелые и резорбирующие ооциты. Обшая окраска грязно-жёлтая, сероватая или коричневатая	Полупрозрачные, спавшиеся, содержат единичные отдельно лежащие ооциты (не более 10–20)	Уплощенные, дряблые, кремовые или жёлтые образования в медиальной части висцеральной полости	На внутренней поверхности мантии несколько пучков сперматангов с использованными семенными резервуарами. Мантия сильно утончена, дряблая, свисает на гладусе, ткани мантии зеленовато-жёлтые или серо-жёлтые. Иногда мышечная ткань практически отсутствует, остаются только эпителиальные ткани

Таблица 3. Специализированная шкала стадий зрелости самцов командорского кальмара, используемая во ВНИРО

Стадия/ подстадия	Основные признаки			Дополнительные признаки
	Семенник	Комплекс сперматофорных желёз и семяпровод	Нидхемов мешок и пенис	
1	Тонкий прозрачный тяж	Маленькое прозрачное плоское округлое образование, слабо различимое невооружённым глазом	Не развит	В облик сохраняются некоторые ювенильные признаки: мантия почти полупрозрачная, плавники заметно меньше, чем у взрослых кальмаров
2	Мутно-белёсый полупрозрачный неширокий тяж	Полупрозрачный, небольшой (размеры сравнимы с размерами жаберного сердца), становится заметна внутренняя структура	Прозрачный, маленький, пенис едва различим	Основное отличие от 1 стадии: возможность различить хотя бы какие-то отдельные элементы СКО
3	Цвет от полупрозрачного до почти непрозрачного белёсого, крупный, относительно широкий, упругий	Относительно большой (крупнее жаберного сердца), хорошо видна спиральная внутренняя структура	Полупрозрачный, пустой, иногда могут присутствовать редкие прозрачные нитевидные образования (псевдосперматофоры), пенис маленький	
4	Непрозрачный белый или едва заметно кремовый, крупный, упругий	Большой, чётко различима спиральная внутренняя структура, в семяпроводе видна белая полоска (поток спермы)	Прозрачный, внутри обычно присутствуют одиночные прозрачные образования (псевдосперматофоры), в некоторых может иметься белая сперма, не занимающая всего объёма сперматофора (пробные сперматофоры). Пенис большой, хорошо различим	
5–1	Непрозрачный белый или едва заметно кремовый, крупный, упругий	Большой, чётко различимы отдельные части комплекса и отдельные сперматофорные железы, в семяпроводе виден выраженный белый поток спермы	Полупрозрачный, немного увеличен, содержит от нескольких штук до нескольких десятков сперматофоров нормального строения, с ярко-белыми семенными резервуарами. Пенис большой	У некоторых экземпляров автомированы щупальца
5–2	Непрозрачный белый или едва заметно кремовый, крупный, упругий	Непрозрачный белый, иногда бежевый, чётко различимы отдельные части комплекса и отдельные сперматофорные железы, в семяпроводе виден выраженный белый поток спермы	Полупрозрачный или почти прозрачный, растянутый, полностью заполнен сперматофорами с ярко-белыми семенными резервуарами, их число может достигать нескольких сотен, отдельные могут проникать в пенис и при лёгком надавливании начинают интенсивно выделяться через пенис	Начиная с этой подстадии и далее щупальца автомированы у всех особей
6–1	Непрозрачный белый или кремовый, среднего размера, мягкий	Непрозрачный бежевый, чётко различимы отдельные части комплекса и отдельные сперматофорные железы, в семяпроводе виден белый поток спермы	Полупрозрачный или почти прозрачный, растянутый но не упругий, полностью заполненный нормальными сперматофорами	

Стадия/ подстадия	Основные признаки			Дополнительные при- знаки
	Семенник	Комплекс сперматофор- ных желёз и семяпровод	Нидхемов мешок и пенис	
6–2	От полупрозрачного до непрозрачного бежевого, некрупный, дряблый	Непрозрачный бежевый, чётко различимы отдельные части комплекса и отдельные сперматофорные железы, иногда в семяпроводе виден поток спермы	Полупрозрачный, дряблый, частично заполнен нормальными сперматофорами	Мантия заметно утончена, дряблая, окраска тканей мантии становится серовато-жёлтой
7	От полупрозрачного до непрозрачного бежевого, мелкий, дряблый	Непрозрачный бежевый, чётко различимы отдельные части комплекса и отдельные сперматофорные железы, в семяпроводе не виден поток спермы	Полупрозрачный, дряблый, пустой	Мантия сильно утончена, дряблая, свисает на гладиусе, ткани мантии зеленовато-жёлтые или серо-жёлтые. Иногда мышечная ткань практически отсутствует, остаются только эпителиальные ткани

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные выше различные шкалы зрелости половой системы, использовавшиеся в исследованиях командорского кальмара, показывают, как с развитием исследований развивался и усложнялся подход к оценке его биологического состояния. Показательно, что применение все более сложных подходов к оценке состояния репродуктивной системы командорского кальмара в определённой мере совпало с увеличением масштабов его промыслового освоения [Алексеев, 2015].

У наиболее сложной и детализированной шкалы стадий зрелости кальмара имеются две модификации. Одна из них изложена в работе Нигматуллина с соавторами [1996], вторая ранее не публиковалась, но используется в исследованиях ВНИРО уже около 20 лет. По нашему мнению, нет надобности настаивать на выборе для дальнейшего использования одной из этих двух версий. Обе шкалы построены на единой научной базе, а именно, на особенностях гаметогенеза командорского кальмара. Предложенная ранее версия [Нигматуллин и др., 1996] позволяет более точно описать состояние именно репродуктивной системы и, следовательно, она безусловно должна быть рекомендована для использования в специализированных исследованиях.

Описанная в настоящей работе версия той же шкалы адаптирована для других целей: в ней делается упор на оценку биологического

состояния кальмара с тем, чтобы определить его онтогенетическую стадию в целом. Система признаков, используемых в нашей версии, адаптирована для условий полевых рыбохозяйственных исследований. Это определяет сферу применения этой модификации шкалы стадий зрелости командорского кальмара.

Следует отметить, что применение детализированной шкалы стадий зрелости командорского кальмара оправданно и необходимо только при проведении специализированных исследований именно этого вида. Вместе с тем, в ряде случаев в рыбохозяйственных исследованиях оправданно применение простой универсальной шкалы, созданной на основе описанных выше четырёхбалльных шкал [Шевцов, 1971].

Впоследствии при обобщении и сравнении результатов разных исследований могут возникнуть проблемы сопоставимости данных, полученных в результате применения различных шкал зрелости командорского кальмара [Федорец, 2006; Алексеев, 2018]. Поэтому мы завершаем работу таблицей сравнимости оценок стадий зрелости командорского кальмара по разным шкалам, применявшимся в отечественных исследованиях (табл. 4).

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы выражаем признательность нашим коллегам И.П. Смирнову (СахНИРО) и М.А. Зуеву (ТИНРО-Центр), оказавших

Таблица 4. Соответствие различных стадий зрелости, использовавшихся отечественными авторами при изучении командорского кальмара

Шевцов, 1972; Федорец, 2006	Аюпов, 2003	Филиппова, 1978; 1983	Буруковский и др., 1977	Нигматуллин и др., 1996	ВНИРО, современная	
					самки	самцы
Ювенильные (без определения стадии)	Ювенильные (без определения стадии)	1	Ювенильные (без определения стадии)	Ювенильные (без определения стадии)	Ювенильные (без определения стадии)	
1	1	2	1	1	1	1
2	2	3	2	2	2-1	2
3	3	4	3	3	2-2	3
4	4	5	4	4	3	3
		6	5-1	5-1	4	4
		7	5-2	5-2	5-1	5-1
		8	5-3	5-3	5-2	5-2
		9	5-2	6-1	6-1	6-1
		10	5-3	6-2	6-2	6-2
Выбойные (без определения стадии)	5	6	6	7	7	7

нам помощь в поиске описаний шкал зрелости кальмаров, использовавшихся в их институтах.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев Д.О. 2006. Новые данные о биологии командорского кальмара *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) у северных Курильских островов // VII Всерос. конф. по пром. беспозвоночным. Тез. докл. М.: Изд-во ВНИРО. С. 199–203.
- Алексеев Д.О. 2007. Роль Северных Курильских островов в функциональной структуре ареала популяций командорского кальмара *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) // Труды ВНИРО. Т. 147. С. 246–265.
- Алексеев Д.О. 2015. Периодизация промысла командорского кальмара в водах России // Промысловые беспозвоночные: VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным. Тез. докл. Калининград: Изд-во КГТУ. С. 170–172.
- Алексеев Д.О. 2017. Индекс размера пищеварительной железы кальмаров как индикатор их биологического состояния на примере командорского кальмара // Труды ВНИРО. Т. 166. С. 32–42.
- Алексеев Д.О. 2018. Представления о пространственно-функциональной структуре ареала охотоморской популяции командорского кальмара *Beryteuthis magister* // Вопросы рыболовства. Т. 19 (2). С. 150–162.
- Алексеев Д.О., Бизиков В.А. 1986. Некоторые черты биологии и экологии командорского кальмара (*Beryteuthis magister*) в районе о. Симушир в январе 1985 г. // Ресурсы и перспективы использования кальмаров Мирового океана. М.: ВНИРО. С. 50–57.
- Алексеев Д.О., Бизиков В.А., Буяновский А.И. 2013. Современное состояние ресурсов беспозвоночных и перспективы их промысла // Актуальные вопросы рационального использования водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО. С. 51–77.
- Алексеев Д.О., Бизиков В.А., Хромов Д.Н. 1986. Подводные наблюдения за командорским кальмаром // IV Всес. конф. по пром. беспозвоночным. Севастополь. Тез. докл. С. 126–127.
- Аюпов И.Р. 2003. Некоторые особенности осеннего распределения потенциально промысловых головоногих моллюсков у Восточного Сахалина // Тр. СахНИРО. Т. 5. С. 184–199.
- Буруковский Р.Н., Зуев Г.В., Нигматуллин Ч.М., Цымбал М.А. 1977. Методические основы разработки шкал зрелости репродуктивной системы самок кальмаров на примере *Sthenoteuthis pteropus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) // Зоологический журнал. Т. 52. Вып. 12. С. 1781–1791.
- Несис К.Н. 1982. Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. М.: Легк. пищ. пром-ть. 360 с.

- Зуев Г.В., Нигматуллин Ч.М., Никольский В.Н. 1985. Нектонные океанические кальмары. М.: Агропромиздат. 224 с.
- Нигматуллин Ч.М., Лаптиховский В.В., Сабиров Р.М. 1996. Репродуктивная биология командорского кальмара // Промысловые аспекты биологии командорского кальмара и рыб склоновых сообществ в западной части Берингова моря: Научные итоги Беринговоморской экспедиции ВНИРО в 1993–1995 гг. по программе совместных российско-японских исследований командорского кальмара в Беринговом море (Биоресурсы морей России). М.: Изд-во ВНИРО. С. 101–124.
- Федорец Ю.А. 2006. Командорский кальмар *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) Берингова и Охотского морей (распределение, биология, промысел). Дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 283 с.
- Федорец Ю.А., Лучин В.А., Диденко В.Д., Раилко П.П., Кравченко Н.Е. 1997 а. Условия формирования скоплений кальмара *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) у Курильских островов // Известия ТИНРО. Т. 122. С. 374–392.
- Федорец Ю.А., Диденко В.Д., Раилко П.П., Кравченко Н.Е. 1997 б. Биология кальмара *Beryteuthis magister* на нерестилищах у Командорских островов // Известия ТИНРО. Т. 122. С. 393–429.
- Филиппова Ю.А. 1972. Методика изучения головоногих моллюсков. М.: ВНИРО. 36 с.
- Филиппова Ю.А. 1983. Рекомендации по изучению головоногих моллюсков. М.: ВНИРО. 28 с.
- Шевцов Г.А. 1971. Инструкция по сбору и определению видов промысловых кальмаров в Тихом океане. Владивосток: Изд-во ТИНРО. 10 с.
- Arkhipkin A.I. 1992. Reproductive system structure, development and function in cephalopods with a new general scale for maturity stages. // J. Northwest Atlantic Fish. Sci. Vol. 12. P. 63–74.
- Lipinski M. 1979. Universal maturity scale for the commercially important squids (Cephalopoda: Teuthoidea). The results of maturity classification of the *Illex illecebrosus* (Le Sueur, 1821) populations for the years 1973–1977 // ICNAF Res. Doc. 79/11/38/Ser. № 5364. 40 p.

Поступила в редакцию 22.05.2018 г.
Принята после рецензии 10.08.2018 г.

Commercial species and their biology

Scales of reproductive system maturity used
in schoolmaster squid investigations

F.V. Lischenko, D.O. Alexeyev, A.V. Lischenko

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

Approach to estimation of biological condition of schoolmaster squid improved during investigations in Russia. Some scales of reproductive system condition were used. Simple scale divided in four maturity stages were offered in TINRO in early 1970-es. Another maturity scales for squids were created in VNIRO and AtlantNIRO a bit later. All these scales were based on investigations of gametogenesis and reproductive strategy of oceanic ommastrephid squids and offered for use in examination of many species of squids. Peculiarities of schoolmaster squid reproductive strategy and gametogenesis were not taken into account by these universal scales. More detailed periodization of reproductive system was offered as a result of more deep study of gametogenesis. First specialized scale of reproductive system condition for schoolmaster squid was offered in 1996. Long-term part-by-part spawning period of schoolmaster squid was taken in account in this scale. This scale was refined subsequently in VNIRO for use not only in reproductive system periodization, but for ontogenesis periodization of schoolmaster squid at all. Description of scale used in VNIRO at present is given in the present paper.

Keywords: schoolmaster squid *Beryteuthis magister*, reproductive system, gametogenesis, ontogenesis, maturity stages.

REFERENCES

- Alexeyev D.O. 2006. Novye dannye o biologii komandorskogo kal'mara *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) u severnyh Kuril'skih ostrovov [New data on biology of schoolmaster squid *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) at North Kurile Islands] // VII Vseros. konf. po promyslovym bespozvonochnym. Tez. dokl. Murmansk, 9–13 oktyabrya 2006 g. M.: Izd-vo VNIRO. S. 199–203.
- Alexeyev D.O. 2007. Rol' Severnyh Kuril'skih ostrovov v funktsional'noj strukture areala populyatsij komandorskogo kal'mara *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) [North Kurile Islands in populations functional structure of schoolmaster squid *Beryteuthis magister* (Berry, 1913)] // Trudy VNIRO. T. 147. S. 246–265.
- Alexeyev D.O. 2015. Periodizatsiya promysla komandorskogo kal'mara v vodah Rossii [Periodization of schoolmaster squid fishery in Russia] // Promyslovye bespozvonochnye: VIII Vseros. nauch. konf. po promyslovym bespozvonochnym. Tez. dokl. Kaliningrad: Izd-vo KGTU. S. 170–172.
- Alexeyev D.O. 2017. Indeks razmera pishchevaritel'noj zhelezy kal'marov kak indikator ih biologicheskogo sostoyaniya na primere komandorskogo kal'mara [Size index of squids digestive gland as indicator of their biological condition with an example of schoolmaster squid] // Trudy VNIRO. T. 166. S. 32–42.
- Alexeyev D.O. 2018. Predstavleniya o prostranstvenno-funktsional'noj strukture areala ohotomorskoj populyatsii komandorskogo kal'mara *Beryteuthis magister* [View on spatial and functional structure of the Okhotsk Sea schoolmaster squid population] // Voprosy rybolovstva. Vol. 19 (2). P. 150–162.
- Alexeyev D.O., Bizikov V.A. 1986. Nekotorye cherty biologii i ehkologii komandorskogo kal'mara (*Beryteuthis magister*) v rajone o. Simushir v yanvare 1985 g. [Some aspects of biology of schoolmaster squid (*Beryteuthis magister*) at Simushir Island in January, 1985] // Resursy i perspektivy ispol'zovaniya kal'marov Mirovogo okeana. M.: VNIRO. S. 50–57.

- Alekseev D.O., Bizikov V.A., Buyanovskij A.I., 2013. Sovremennoe sostoyanie resursov bespozvonochnyh i perspektivy ih promysla [Current state of commercial invertebrates resources with prospect of their fishery] // Aktual'nye voprosy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnyh biologicheskikh resursov. M.: Izd-vo VNIRO. S. 51–77.
- Alekseev D.O., Bizikov V.A., Khromov D.N. 1986. Podvodnye nablyudeniya za komandorskim kal'marom [Submarine observations on schoolmaster squid] // IV Vses. konf. po prom. bespozvonochnym. Sevastopol'. Tez. dokl. S. 126–127.
- Ayupov I.R. 2003. Nekotorye osobennosti osennego raspredeleniya potentsial'no promyslovyh golovonogih mollyuskov u Vostochnogo Sahalina [Some peculiarities of autumn distribution of the potentially commercial Cephalopoda along the eastern Sakhalin Island] // Tr. SahNIRO. T. 5. S. 184–199.
- Burukovskiy R.N., Zuev G.V., Nigmatullin Ch.M., Tsybmal M.A. 1977. Metodicheskie osnovy razrabotki shkal zrelosti reproduktivnoy sistemy samok kal'marov na primere *Sthenoteuthis pteropus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) [Methodical bases for working out the scales of reproductive system maturity in squid females *Sthenoteuthis pteropus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) taken as an example] // Zoologicheskij zhurnal. T. 52 (12). S. 1781–1791.
- Nesis K.N. 1982. Kratkij opredelitel' golovonogih mollyuskov Mirovogo okeana [Concise key to the World Ocean cephalopods]. M.: Legk. pishch. prom-t'. 360 s.
- Zuev G.V., Nigmatullin Ch.M., Nikolsky V.N. 1985. Nektonnye okeanicheskie kal'mary [Nektonic oceanic squids]. M.: Agropromizdat. 224 s.
- Nigmatullin Ch.M., Laptihovskiy V.V., Sabirov R.M. 1996. Reprodukivnaya biologiya komandorskogo kal'mara [Reproductive biology of schoolmaster squid] // Promyslovye aspekty biologii komandorskogo kal'mara i ryb sklonovyh soobshchestv v zapadnoj chasti Beringova morya: Nauchnye itogi Beringovomorskoj ehkspeditsii VNIRO v 1993–1995 gg. po programme sovmestnyh rossijsko-yaponskih issledovaniy komandorskogo kal'mara v Beringovom more (Bioresursy morej Rossii). M.: Izd-vo VNIRO. S. 101–124.
- Fedorets Yu.A. 2006. Komandorskij kal'mar *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) Beringova i Ohotskogo morej (raspredelenie, biologiya, promysel) [Schoolmaster squid *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) of Bering and Okhotsk Seas (distribution, biology and fishery)]. Diss. ... kand. biol. nauk. Vladivostok: TINRO-Tsentr. 283 s.
- Fedorets Yu.A., Luchin V.A., Didenko V.D., Railko P.P., Kravchenko N.E. 1997 a. Usloviya formirovaniya skoplenij kal'mara *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) u Kuril'skikh ostrovov [Criteria of schoolmaster squid *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) aggregations creation at Kurile Islands] // Izvestiya TINRO. T. 122. S. 374–392.
- Fedorets Yu.A., Didenko V.D., Railko P.P., Kravchenko N.E. 1997 b. Biologiya kal'mara *Berryteuthis magister* na nerestilishchah u Komandorskih ostrovov [Biology of schoolmaster squid *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) on spawning grounds around Commander Islands] // Izvestiya TINRO. T. 122. S. 393–429.
- Filippova Yu.A. 1972. Metodika izucheniya golovonogih mollyuskov [Methodic recommendations on examination of cephalopod mollusks]. M.: Izd-vo VNIRO. 36 s.
- Filippova Yu.A. 1983. Rekomendatsii po izucheniyu golovonogih mollyuskov [Recommendations on cephalopod mollusks examination]. M.: VNIRO. 28 s.
- Shevtsov G.A. 1971. Instruktsiya po sboru i opredeleniyu vidov promyslovyh kal'marov v Tihom okeane [Manual on collection and identification of commercial squids in the Pacific]. Vladivostok: Izd-vo TINRO. 10 p.
- Arkhipkin A.I. 1992. Reproductive system structure, development and function in cephalopods with a new general scale for maturity stages. // J. Northwest Atlantic Fish. Sci. Vol. 12. P. 63–74.
- Lipinski M., 1979. Universal maturity scale for the commercially important squids (Cephalopoda: Teuthoidea). The results of maturity classification of the *Illex illecebrosus* (LeSueur, 1821) populations for the years 1973–1977 // ICNAF Res. Doc. 79/11/38/Ser. № 5364. 40 p.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Size classes distribution in schoolmaster squid females at different maturity stages (VNIRO specialized scale) (catches of r/v “Iolanta” during September 21st to October 12th, 2005 at South-East Kamchatka).

Table 2. Specialized maturity scale for schoolmaster squid females used in VNIRO.

Table 3. Specialized maturity scale for schoolmaster squid males used in VNIRO.

Table 4. Conformity of different maturity stages used in Russian studies schoolmaster squid.

Промысловые виды и их биология

УДК 639.222.4 (261.24)

О перспективах развития отечественного промысла шпрота в Балтийском море до 2025 г.

В.М. Амосова, Т.Г. Васильева, А.С. Зезера

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «АтлантНИРО»), г. Калининград
E-mail: amosova@atlantniro.ru

В работе рассматривается вопрос о долгосрочных перспективах промысла шпрота (*Sprattus sprattus balticus*) в исключительной экономической зоне и территориальном море России 26 подрайона ИКЕС Балтийского моря при различных сценариях развития ситуации в зависимости от возрастного состава шпрота, его численности и биомассы, влияния хищничества трески. Проведён анализ основных трендов океанографических процессов связанных с изменением среднегодовых значений температуры, солёности и концентраций кислорода в поверхностном и придонном слоях моря. Определены верхние и нижние пределы возможного вылова шпрота отечественными рыбодобывающими организациями до 2025 г., а также наиболее вероятный сценарий в связи с изменяющимися абиотическими факторами. Прогностические оценки возможного объёма отечественного вылова балтийского шпрота могут служить ориентирами для рыбодобывающих организаций при планировании промысловых нагрузок, в т. ч. и в рамках задачи по достижению баланса между промысловыми мощностями и сырьевой базой, на ближайшие несколько лет.

Ключевые слова: Балтийское море, шпрот *Sprattus sprattus balticus*, детерминированный долгосрочный прогноз, максимальный уравновешенный улов, абиотические факторы.

ВВЕДЕНИЕ

За последние несколько десятилетий экосистема Балтийского моря претерпела заметные структурные изменения и режимные сдвиги, вызванные сочетанием различных стресс-факторов, в первую очередь, таких как рыболовство (пресс промысла), эвтрофикация и изменение (потепление) климата. Это нашло отражение в видовом составе, численности, пространственном распределении и функционировании зоопланктонного и рыбного сообществ

[Feldman, Vasilieva, 2001; Feldman et al., 2002; MacKenzie, Koster, 2004; Зезера, 2009; Зезера, Иванович, 2011; Зезера и др., 2012, 2014; Карпушевский и др., 2013; Amosova et al., 2016; Амосова и др., 2017].

С точки зрения рыболовства наиболее важными были изменения, определившие новое качество морского биоценоза, характеризующиеся доминированием более мелких видов рыб, а в внутри отдельных видов — особей более мелкого размера, соответственно и массы

[Daufresne M. et al., 2009], т. е. изменилась не только структура рыбного сообщества в целом, но и биологические и физиологические параметры самих популяций.

Кроме того, увеличилась пространственная неоднородность распределения промысловых видов рыб в рамках единиц запасов, снижение/отсутствие хищничества трески в Центральной и Северной Балтике усилило межвидовую и внутривидовую конкуренцию мелкосельдевых в этих районах. В связи с этим учёт так называемых «плотностно-зависимых» эффектов роста и естественной смертности стал играть важную роль в настройках прогностических моделей состояния запасов шпрота и балтийской сельди [Horbowy, Luzencyk, 2016].

В современных условиях на фоне модернизации и обновления российского промыслового флота, с учётом повышенной чувствительности экосистемы к любому внешнему воздействию (как среды, так и человека), вероятность экологических неопределенностей и рисков, связанных с использованием водных биологических ресурсов (ВБР), значительно возросла. Для сохранения устойчивой сырьевой базы, репродуктивной способности рыбных популяций, достижения баланса между промысловыми мощностями (возможностями) и существующими запасами ВБР крайне актуальными стали вопросы прогностических оценок состояния промысловых популяций и научно обоснованных объёмов вылова не только в краткосрочном, но и долгосрочном аспектах.

В данной работе рассмотрены перспективы российского промысла наиболее массового вида Балтийского моря — шпрота *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1908). Целью исследования являлось определение верхних и нижних пределов возможного объёма вылова шпрота в экономической зоне России 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря до 2025 г., установление наиболее вероятного максимального уравновешенного улова в связи с изменяющимися абиотическими условиями, возрастным составом популяции, её численностью и биомассой, а также влиянием хищничества трески.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для характеристики абиотических условий были использованы данные многолетних океа-

нологических наблюдений на мониторинговых станциях Балтийского моря: ВУ5 в Борнхольской, Р1 в Гданьской и ВУ15 в Готландской котловинах (базы данных: ФГБНУ «Атлант-НИРО», ИКЕС — <http://ocean.ices.dk/Helcom/Helcom.aspx?Mode=1>). Положение станций показано на карте 22–32-го подрайонов ИКЕС в Балтийском море (рис. 1). За период 1975–2016 гг. были рассчитаны средние годовые значения температуры, солёности и содержания кислорода в поверхностном и придонном слоях. Для анализа основных трендов океанографических процессов применялись пятилетние скользящие средние годовых значений.

Анализ динамики эксплуатируемого запаса шпрота был основан на детерминистическом долгосрочном моделировании нерестовой биомассы и вылова шпрота при разных уровнях промысловой смертности (от 0 до 1 с шагом 0,05) с определением максимального уравновешенного улова (MSY), соответствующего оптимальной интенсивности промысла (F_{msy}) и биомассе промыслового запаса на уровне MSY (B_{msy}) до 2025 г.

Были использованы классические уравнения динамики запасов рыб. Численность и биомасса запаса шпрота, а также величина его годового вылова оценены по формулам Ф.И. Баранова по годам и возрастам [Horbowy, Luzencyk, 2016; Бабаян, 1988; Гасюков и др., 1980].

Численность пополнения шпрота в возрасте 1 год в различные годы $N(1, t+1)$ рассчитывалась по уравнению Бивертон-Холта [Beverton, Holt, 1957] для системы «запас-пополнение» (S-R модель), которое традиционно применяется для запаса шпрота 22–32 подрайонов ИКЕС Балтийского моря [Horbowy, Luzencyk, 2016]:

$$N(1, t+1) = R(t+1) = \frac{aR \times SSB(t)}{1 + bR \times SSB(t)},$$

где: aR и bR — параметры S-R модели, $SSB(t)$ — нерестовая биомасса в годы наблюдений.

Коэффициенты естественной смертности (M) шпрота, переменные для различных возрастных групп, в разные годы зависели от влияния хищничества трески [Report of the Baltic

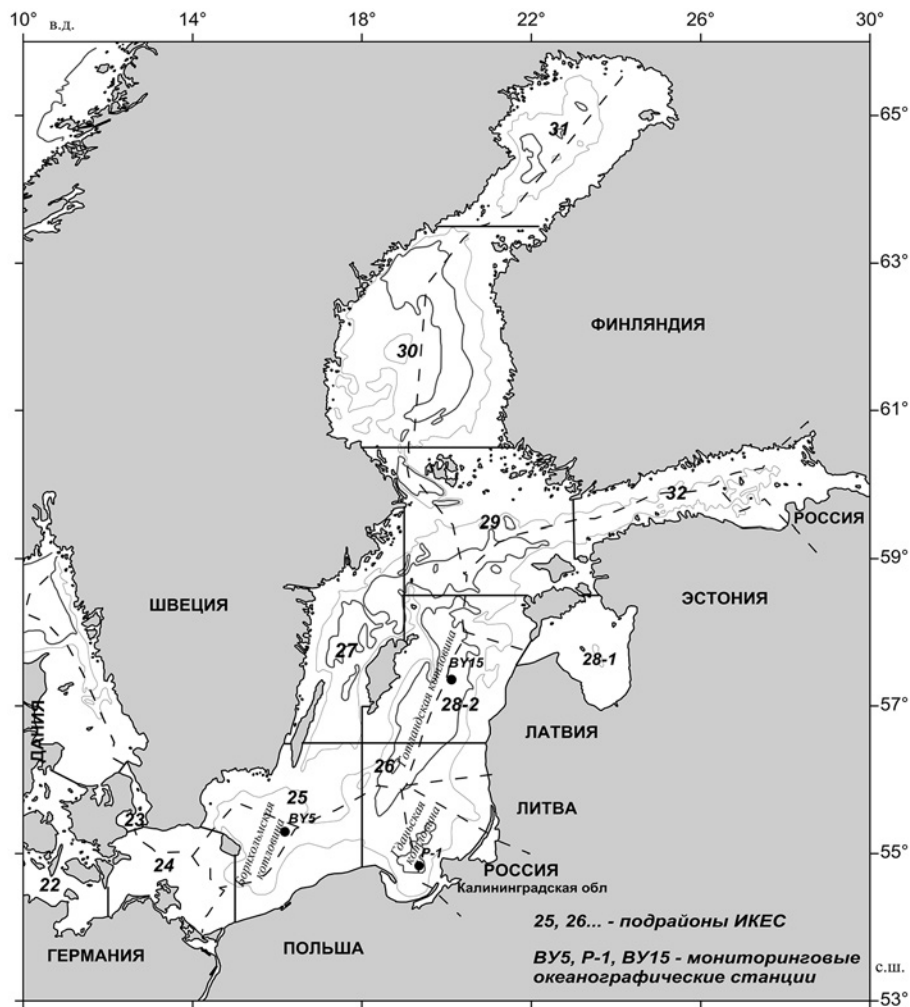


Рис. 1. Карта 22–32-го подрайонов ИКЕС в Балтийском море

..., 2016]. До 2012 г. на Рабочих группах ИКЕС коэффициенты смертности от хищничества (M_1) были получены на основе многовидового ВПА (MSVPA). Начиная с 2013 г., новые оценки M_1 (для 1974–2011 гг.) выполнялись с помощью стохастического многовидового моделирования (SMS — Stochastic Multi-Species model). Основным отличием данной модели от MSVPA явилась возможность использования в настройках долгосрочных рядов вылова трески и шпрота по возрастным группам, индексов численности, биомассы рыб и степени наполнения их желудков по данным съёмки [Report of the benchmark ..., 2013]. В среднем полученные значения M_1 отличались от таковых значений из MSVPA на +/- 20%. К естественной смертности M_1 , как и ранее, была добавлена смертность от

других причин, равная 0,2 [Report of the Baltic ..., 2017]. Принятые в 2013 г. оценки корректируются каждый год на Рабочих группах ИКЕС в зависимости от величины и плотности запаса трески.

Вводные данные для расчёта возможного вылова шпрота (темп полового созревания, численность и промысловая смертность по возрастам) были приняты в соответствии с результатами оценки запаса шпрота на Рабочей группе ИКЕС по оценке запасов рыб и рыболовства в Балтийском море (WGBFAS) [Report of the Baltic ..., 2016, 2017]. Было оценено, что 30 и 70% рыб созревают соответственно в возрасте 1 и 2 лет, с 3 лет — 100% созревание.

Доля промысловой биомассы шпрота в 26 подрайоне ИКЕС и в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) и территориаль-

ном море России была рассчитана по данным осенних международных акустических съёмок (BIAS) [Report of the Baltic ..., 2016, 2017]. Вклад используемого российского материала по исследованиям, проводимым ФГБНУ «АтлантНИРО» в 1994–2016 гг., составил в среднем 25% по площади исследуемой акватории моря в рамках единицы запаса шпрота (подрайоны 22–32 ИКЕС).

На протяжении последних 20 лет (с 1995 г.) специалисты всех Прибалтийских стран принимали участие в семинарах ИКЕС по чтению возраста шпрота из разных районов моря по научно-обоснованной методике Р.А. Апса [Апс, 1986]. Возраст рыбы определялся по отолитам под микроскопом в проходящем или поляризованном свете при увеличении 100–250 раз. Точность в определении возраста шпрота специалистом ФГБНУ «АтлантНИРО» при одновременном просмотре проб шпрота в 1998–2011 гг. составила 95%. Были также получены сравнимые оценки возраста в пробах из других районов моря для всех участников (общая сходимость около 80%) [Report of the workshop ..., 2008].

Анализ долевого распределения численности по возрастным группам в запасе и в российских промысловых уловах за все исследуемые годы показал однородность возрастной структуры между данными выборками (корреляционная связь 0,75–0,99). Поэтому численность шпрота по возрастам (1–8+) в российской акватории моря от общей численности запаса была рассчитана в равной доле для каждого возраста, которая определялась исходя из средней величины отечественного вылова за 2015–2016 гг. от общего вылова всеми Прибалтийскими странами (13,22%).

Общее количество возрастных проб составило 35 тыс. пар отоликов за период с 1992 по 2016 гг.

Были также использованы средние массы по возрастам, полученные из материалов ФГБНУ «АтлантНИРО» для российской акватории вылова в 26 подрайоне ИКЕС за I–IV кварталы с 1992 по 2016 гг. (биостатистические данные российского промысла). Российские промысловые и тралово-акустические данные по шпроту представлены в базах данных ИКЕС за период с 1992 по 2016 гг.

Объём собранного и обработанного материала в среднем за один год составил: массовые промеры — 16 437 экз., биологические анализы — 3284 экз., возрастные пробы — 2723 пар отоликов.

Рассмотрены три сценария оценки возможной величины биомассы промыслового запаса шпрота и его вылова в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) и территориальном море России Балтийского моря в зависимости от исходной ситуации:

1 сценарий. Середина 90-х гг. (1994–1996 гг.) — максимальная величина биомассы, высокая частота повторяемости урожайных поколений, доля в запасе старших возрастных групп (возраст 3+) — 30,5%, доля шпрота в 26 подрайоне ИКЕС от единицы запаса — 38,2%, доля шпрота в зоне России от единицы запаса — 11,5%;

2 сценарий. 2011–2012 гг. — минимальное значение биомассы за период 1991–2016 гг., частота урожайных поколений в два раза ниже, чем в первом случае, доля в запасе старших возрастных групп (возраст 3+) — 13,4%, доля шпрота в 26 подрайоне ИКЕС от единицы запаса — 11,7%, доля шпрота в зоне России от единицы запаса — 3,5%;

3 сценарий. 2016 г. — текущее состояние (после 2008 г. отмечено единственное урожайное поколение 2014 г.), доля в запасе старших возрастных групп (возраст 3+) — 17,3%, доля шпрота в 26 подрайоне ИКЕС от единицы запаса — 14,5%, доля шпрота в зоне России от единицы запаса — 4,3%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Балтийский шпрот порционнно-нерестующий подвид с длительным периодом нереста (февраль–август). Ввиду эвригалинности и эвритермности шпрота размножение его происходит как в прибрежных, так и в открытых районах моря. Шпрот освоил для нереста разные экосистемы: весной глубинные слои, летом поверхностные, существенно различающиеся по температурному, солевому, кислородному режимам и освещенности. Ранней весной шпрот нерестится в открытом море. В марте-мае — выметывает икру в глубинных слоях воды (на глубине 60–100 м) при температуре 4–7 °С, солёности 9–13‰, содер-

жанию кислорода не менее 1,5 мл/л. В летний период (июнь-август) нерестится в верхних слоях воды при температуре 8–17 °С, солёности 6–8‰ и содержанию кислорода более 4 мл/л. Ранее установлено, что на продолжительность и интенсивность нереста шпрота оказывают влияние суровость зим, величина нерестового запаса и возрастной состав производителей [Рехлин, 1975; Бирюков, 1980; Грауман, 1983].

В современный период наиболее важными особенностями условий среды, определяющими условия жизни балтийского шпрота, являются в поверхностном слое моря повышенная температура воды и пониженный уровень солёности. В глубинных слоях моря на фоне повышенных абсолютных значений температуры и солёности — дефицит кислорода.

Многолетняя изменчивость гидрологических условий за последние десятилетия ха-

рактеризовалась значительной вариабельностью. Общую направленность, интенсивность и амплитуду долгопериодных и межгодовых изменений абиотических характеристик в различных слоях моря достаточно наглядно иллюстрируют рис. 2, 3. На этих рисунках представлены многолетние тренды гидрологических характеристик в наиболее показательных для всего моря Борнхольмской, Гданьской и Готландской впадинах.

Как показали исследования ряда авторов [Hansson, Andersson, 2016], площадь и объём вод, характеризующихся гипоксией (концентрация кислорода менее 2 мл/л) и аноксией (отсутствие кислорода — появление сероводорода) в Балтике, в условиях повышенной температуры как поверхностных, так и глубинных вод значительно увеличились после 1999 г. (рис. 4). Причём эти процессы получили развитие не только на севере моря и в Готландском

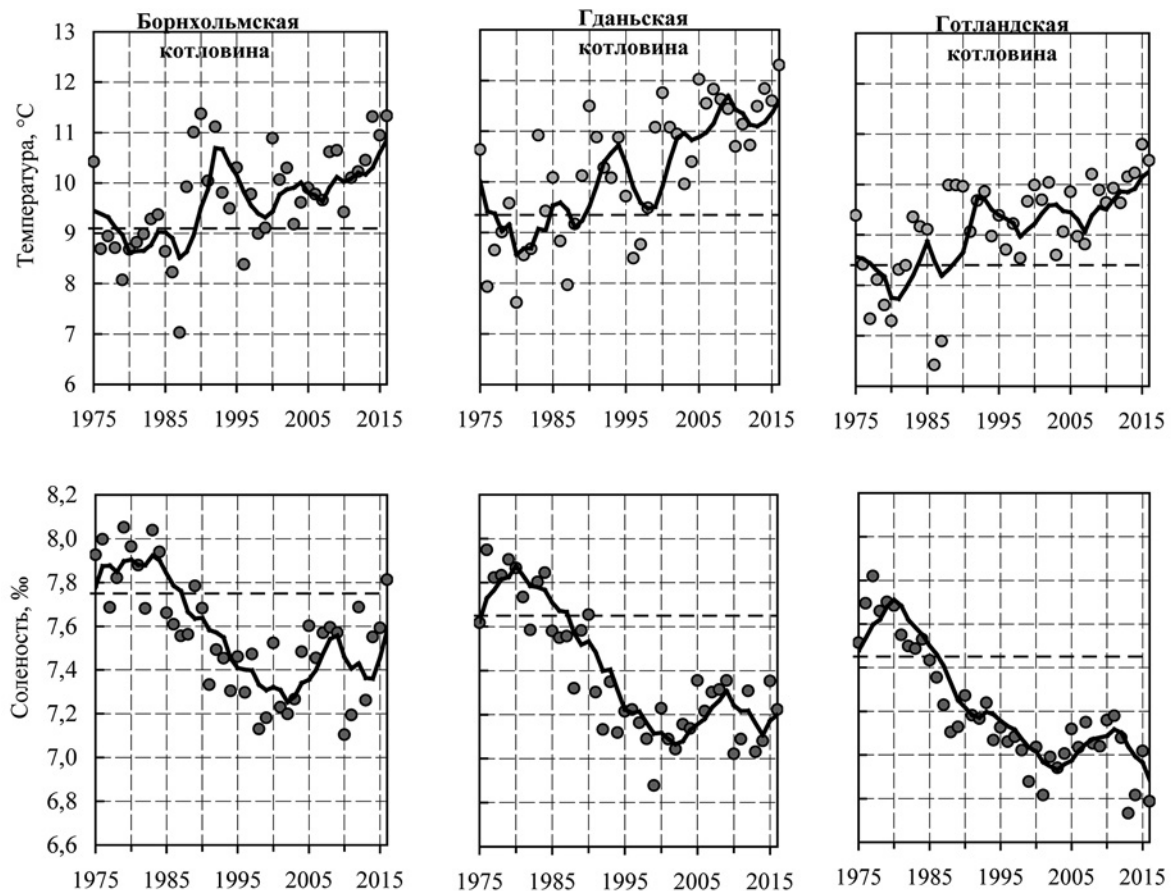


Рис. 2. Многолетние изменения среднегодовых значений температуры и солёности и их пятилетние скользящие средние в поверхностном слое Борнхольмской, Гданьской и Готландской котловин (1975–2016 гг.). Пунктирная линия — среднее многолетнее значение

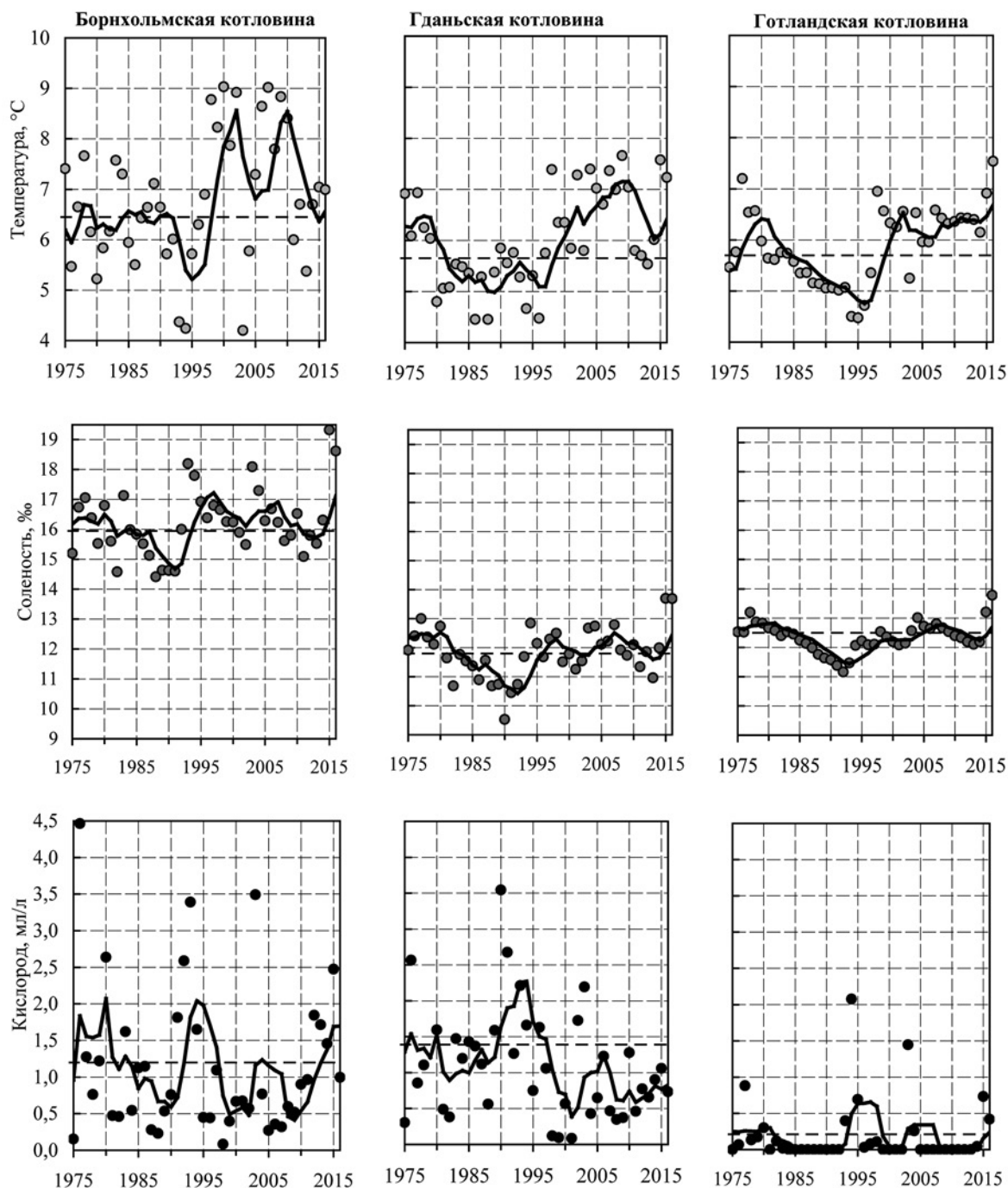


Рис. 3. Многолетние изменения среднегодовых значений температуры и солёности, концентрации кислорода и их пятилетние скользящие средние в придонном слое Борнхольмской, Гданьской и Готландской котловин (1975–2016 гг.). Пунктирная линия — среднее многолетнее значение

бассейне, но и в Гданьской котловине [Амосова и др., 2017].

Согласно климатическим прогнозам с использованием современных региональных климатических моделей в ближайшей перспективе продолжится потепление, уменьшится ледо-

витость моря в зимний сезон, увеличится количество осадков и объём речных стоков (как следствие понизится солёность верхнего слоя моря), т. е. ожидается улучшение условий для доминирования теплолюбивых эвригаллиных видов. В целом экосистема Балтийского моря

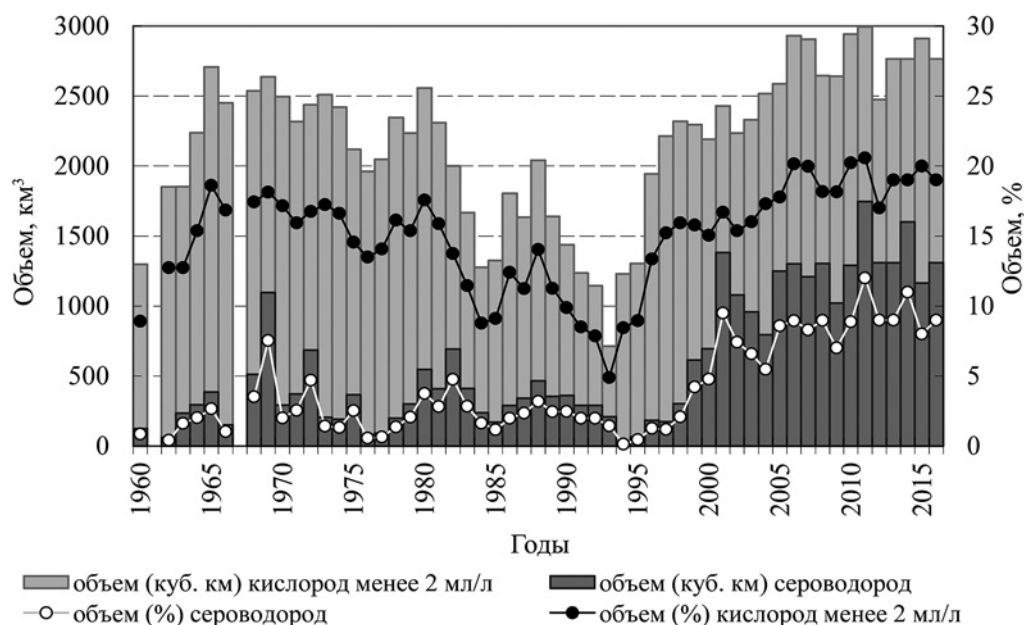


Рис. 4. Объём вод с гипоксией (концентрация кислорода менее 2 мл/л) и аноксией (отсутствие кислорода — сероводород) в Балтийском море, включая Финский и Рижский заливы в августе-октябре 1960–2016 гг. [Hansson, Andersson, 2016]

уже продемонстрировала «реакцию» на повышение температуры, и в ближайшем будущем будет подвергнута дальнейшим изменениям [BALTEX Phase II ..., 2006; Climate change ..., 2013, Second assessment ..., 2015].

Среди рыб морского фаунистического комплекса к современным условиям и будущим изменениям среды наиболее толерантен шпрот [Зезера и др., 2012, 2014; Карпушевский и др., 2013; Amosova et al., 2016]. В то же время необходимо отметить, что в перспективе рост повторяемости аномальных погодных явлений (в т. ч. и сохранение вероятности холодных зим), условия гипоксии и аноксии, температурный режим поверхностных вод в летний сезон и др., будут основными абиотическими факторами, определяющими численность пополнения, величину нерестовой биомассы и эффективность промысла балтийского шпрота. В рамках прогностических оценок состояния популяции балтийского шпрота сохраняются экологические риски, связанные с неопределенностями как прогноза изменений будущего климата в регионе, так и влиянием этих изменений на биоценоз моря в целом.

Общий вылов шпрота всеми Прибалтийскими странами в 2016 г. составил

246,5 тыс. т, что соответствовало уровню 2015 г. (247,2 тыс. т) при среднем многолетнем значении за период 1977–2016 гг. — 238,9 тыс. т. Освоение квоты странами ЕС (202,320 тыс. т) составило 104,7%. Доля вылова по основным пользователям от общего вылова: Польша — 24,0%, Швеция — 17,2%, Латвия — 11,4%, Эстония — 9,6% [Report of the Baltic ..., 2017].

Российский вылов шпрота в 26 подрайоне ИКЕС (ИЭЗ и территориальное море России) с 1993 по 2015 гг. был ниже установленного ОДУ и варьировал с 11,2 до 32,9 тыс. т и в среднем составил 24,6 тыс. т. Максимальное освоение квоты было отмечено в 2001 г. (89%), минимальное — в 1994 г. (25%), и в среднем составило 60%. Недоосвоению квот способствовала низкая закупочная цена на шпрота и низкая рентабельность устаревшего отечественного рыболовного флота на Балтике. Начиная с 2012 г. ситуация на промысле шпрота резко изменилась, чему во многом способствовали дотации из областного бюджета на рыбодобывающую отрасль, повышение закупочной стоимости шпрота. В 2013 г. освоение квоты увеличилось до 80,7% при общем вылове 22,6 тыс. т, в 2015 г. — 78,3%

при общем вылове 30,7 тыс. т. Вылов шпрота в 2016 г. находился на исторически максимальном уровне с 1992 г. и составил 34,6 тыс. т. (освоение ОДУ 41,0 тыс. т.— 84,4%). Доля России от общего вылова в 2016 г. составила 14,0% (34,6 тыс. т — освоение национальной квоты на 84,4%) против 12,4% в 2015 г.

Нерестовая биомасса шпрота снизилась с исторически максимальной величины в конце 90-х гг., но осталась выше триггерной биомассы MSY (570 тыс. т). В 2016 г. нерестовая биомасса составила 1176 тыс. т при среднемноголетней величине 935 тыс. т. Промысловая смертность в последние годы колебалась в пределах F_{msy} и F_{lim} и в 2016 г. составила 0,22 ($F_{msy} = 0,26$, $F_{lim} = 0,39$). Поколение 2014 г. было единственным высокоурожайным за период 2009–2016 гг. и будет составлять основу промысла в 2017–2019 гг. Пополнение 2016 г. оценено немного ниже среднемноголетнего значения за период 1974–2016 гг. (81,6 млрд. экз.) и составило 68,6 млрд. экз. В настоящее время величина запаса шпрота для 22–32 подрайонов ИКЕС находится в биологически безопасных пределах и в состоянии полной репродуктивной способности [Report of the Baltic ..., 2017].

Необходимо отметить, что биомасса трески восточного запаса (хищника) сосредоточена в основном в 25–26 подрайонах ИКЕС. Интенсивный промысел шпрота на данной акватории влияет на снижение его биомассы и доступность в качестве кормового объекта для трески [Амосова и др., 2017]. В 2016 г. доля промыслового изъятия шпрота в 26 подрайоне ИКЕС составила 30,5% от общего вылова. Такое увеличение промысловой нагрузки негативно влияет на доступность шпрота для трески. В связи с этим ИКЕС было рекомендовано ограничить вылов шпрота в пределах 25, 26 подрайонов, где сосредоточен основной запас восточно-балтийской трески [Report of the Baltic ..., 2016, 2017].

На рис. 5 представлен вклад подрайонов ИКЕС Балтийского моря (в %) в величину биомассы шпрота по оценкам осенних международных акустических съемок (BIAS). В 2009, 2012–2015 гг. съемки на акватории России в 26 подрайоне ИКЕС не проводились.

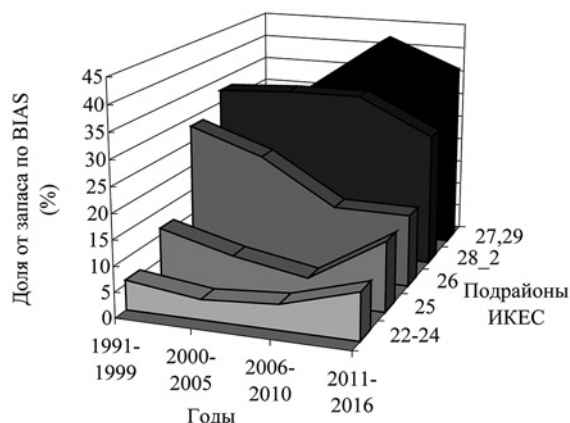


Рис. 5. Доля оцененной биомассы шпрота по данным осенних международных акустических съёмок (BIAS) по подрайонам ИКЕС в Балтийском море в 1991–2016 гг.

В период 1991–2005 гг. около 30% общей биомассы шпрота находилось в 26 подрайоне ИКЕС. После 2006 г. этот показатель снижался и в 2014 г. составил только 7,5%. При этом вклад 28 подрайона ИКЕС остался практически на прежнем уровне, а 29-го (более северного) подрайона ИКЕС — заметно вырос после 2006 г. По данным Рабочих групп WGBFAS существенное снижение нерестовой биомассы шпрота в 2011–2012 гг. было связано с пониженным уровнем его биомассы в южных 25–26 подрайонах ИКЕС. Изменения в пространственном распределении величины запаса шпрота проходило на фоне увеличения его вылова именно в южной части моря. Несмотря на существенное снижение биомассы, его вылов в 26 подрайоне в последние годы оставался на высоком уровне (в среднем около 30% от общего вылова). Доля российского вылова в 26 подрайоне ИКЕС также была высокой и к 2015–2016 гг. достигла 43–46%. В целом с начала 90-х гг. интенсивность промысла (отношение вылова к биомассе) в подрайоне выросла в 9 раз, при этом нерестовая биомасса снизилась более чем в 4 раза [Report of the Baltic ..., 2017].

Для детерминированного прогнозирования были выбраны три исходных ситуации (периода), которые характеризовались различными условиями среды, величиной и возрастной структурой запаса шпрота, пространственным распределением, частотой урожайных поколений и уровнем промысловой и естественной

смертности (рис. 6). Усиление промысловой эксплуатации шпрота, существенные изменения гидрологического режима моря в разные годы отражались на численности его пополнения [Васильева, 2009; Зезера и др., 2014]. Так в середине 90-х гг. при частой повторяемости тёплых зим, активизации адвективных процессов и аэрации глубинных вод (1993–1995 гг.), снижении хищничества трески и др. — наблюдались наиболее благоприятные условия для появления урожайных поколений и роста популяции шпрота. В годы формирования высокоурожайных поколений в возрастной структуре запаса присутствовали многочисленные старшие возрастные группы (возраст 3+) с разными сроками начала и окончания нереста, что продлевало благоприятный период для роста и выживаемости личинок и молоди шпрота [Швецов, Градалев, 1988; Васильева, 2000, 2009; Васильева, Патокина, 2015; Feldman, Vasilieva, 2000, 2001; Grygiel, Wyszynski, 2003].

Напротив, в 2011, 2012 гг. и в 2016 г. развитие условий гипоксии в глубинных слоях моря, а в 2011 г. и аномально холодная зима, были неблагоприятными факторами в первую половину нерестового периода — глубинного нереста шпрота, успех которого является решающим для появления высокоурожайных поколений [Карасева, Зезера, 2000].

Прогноз урожайности поколений шпрота задача крайне сложная и до настоящего времени не решенная [Швецов и др., 2010; Norbowy, Luzenczyk, 2016]. Сложность прогноза пополнения заключается в том, что в отдельные годы из-за неблагоприятных гидрологических условий происходит массовая гибель шпрота на стадии икры, в другие годы из-за недостатка корма — личинок. Большая численность молоди шпрота осенью, отличающейся небольшой длиной и массой, в зимний период, особенно если зима суровая, также характеризуется высокой смертностью. Прогнозирование уровня пополнения на несколько лет вперед на основе установленных взаимосвязей с факторами среды имеет свои неопределенности.

С 1999 г. для оценки урожайности поколений шпрота стали использовать данные латвийско-российских гидроакустических



Рис. 6. Исходные ситуации (сценарии) для детерминированного прогнозирования величины биомассы шпрота и его вылова в ИЭЗ и территориальном море России

съёмки, международных гидроакустических съёмки, включающих весеннюю съёмку (май) 24–28 подрайонов ИКЕС (без 27 подрайона ИКЕС) и индексы численности 0-группы осенней съёмки (сентябрь-октябрь) 22–29 подрайонов ИКЕС. Эти данные дают возможность наиболее точно оценить урожайность поколения, однако позволяют давать прогноз величины запаса и оптимального вылова не более чем с двухгодичной заблаговременностью. Поэтому в данной работе для расчёта численности пополнения шпрота в возрасте одного года в различные годы была использована модель Бивертон-Холта, которая традиционно используется в Рабочих группах ИКЕС по оценке запасов рыб и рыболовства в Балтийском море (WGBFAS) для долгосрочного прогнозирования. Результаты расчёта по модели Рикера [Ricker, 1975], почти идентичны результатам модели Бивертон-Холта (рис. 7).

На основе данных о темпах полового созревания шпрота, коэффициентах промысловой и естественной смертности (с учётом хищничества трески), численности по возрастным группам и доли отечественного вылова за 2015–2016 гг., с помощью классических уравнений динамики запасов рыб было выполнено детерминированное долгосрочное моделирование. Были рассчитаны некоторые теоретические значения уравновешенных уловов в ИЭЗ и территориальном море России (MSY) в 2016–2025 гг., соответствующие оптимальным интенсивностям промысла (F_{msy}) и ве-

личинам биомассы (промыслового запаса — B_{msy}) при трёх сценариях (табл. 1).

Оценки состояния запаса шпрота и его вылова в ИЭЗ и территориальном море России к 2025 г. приведены в сравнении с равновесными значениями уловов, построенными как функция от биомассы запаса и коэффициента эксплуатации (F). Кривые устойчивых уловов к 2025 г. при различных прогнозируемых сценариях представлены на рис. 8.

В зависимости от исходной ситуации (сценариев) величина нерестовой биомассы при различных сценариях в период 2016–2025 гг. может колебаться от 71 до 223 тыс. т, при текущем состоянии достигает около 130 тыс. т на уровне интенсивности промысла (F_{msy}) для первого сценария — 0,31, для второго и третьего — 0,30. Российский вылов к 2025 г. может составить минимум 21,4 тыс. т (2 сценарий), максимум — 68,7 тыс. т (1 сценарий). При сохранении величины запаса шпрота и его возрастной структуры на уровне 2016 г. вылов к 2025 г. — 38,8 тыс. т (3 сценарий). Следует отметить, что по материалам ФГБНУ «АтлантНИРО», обосновывающим общие допустимые уловы (ОДУ) водных биологических ресурсов Балтийского моря за период с 1994 по 2017 гг., российский ОДУ по шпроту колебался от 70,6 тыс. т в 1994 г. до 27,9 тыс. т в 2014 г. и в среднем составил 42,9 тыс. т. Полученные нами результаты находятся в рамках установленных ранее величин отечественного ОДУ.



Рис. 7. Наблюдённые и смоделированные отношения запас-пополнение для балтийского шпрота

Таблица 1. Верхние и нижние пределы нерестовой биомассы и возможного российского вылова шпрота, а также их средние значения по результатам детерминированного долгосрочного моделирования за период 2016–2025 гг.

Показатель	1 сценарий			2 сценарий			3 сценарий		
	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.
Нерестовая биомасса в зоне России, тыс. т	179,5	223,5	216,1	70,5	123,7	86,6	130,1	164,3	145,0
Российский вылов, тыс. т	56,7	68,7	66,6	21,4	35,8	26,0	38,8	47,5	43,0

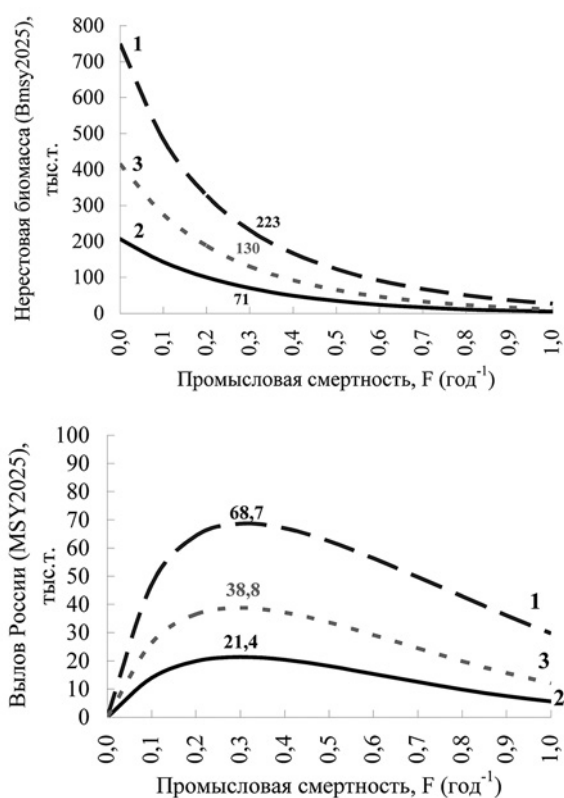


Рис. 8. Кривые равновесной биомассы и устойчивых уловов шпрота в ИЭЗ и территориальном море России Балтийского моря в 2025 г. при различных исходных ситуациях: 1, 2, 3 — прогнозируемые сценарии

Выводы

1. Нижний и верхний пределы возможного вылова шпрота отечественными рыбодобывающими организациями до 2025 г. соответствуют 21,4 и 68,7 тыс. т.

2. Основными абиотическими факторами, определяющими численность пополнения, величину нерестовой биомассы и эффективность промысла балтийского шпрота в перспективе, будут рост повторяемости аномальных погод-

ных явлений (в т. ч. и сохранение вероятности холодных зим), условия гипоксии и аноксии, температурный режим поверхностных вод в летний сезон и другие.

3. Наиболее реалистичным прогнозом состояния запаса балтийского шпрота в зоне России до 2025 г. является расчёт, основанный на 3-м сценарии: величина нерестовой биомассы 130,1–164,3 тыс. т, объём возможного вылова — 38,8–47,5 тыс. т (средний 43,0 тыс. т). Отечественный вылов в 2025 г. может составить 38,8 тыс. т при оптимальной интенсивности промысла $F_{msy} = 0,3$ и величине биомассы промыслового запаса $B_{msy} = 130$ тыс. т. Данный сценарий расчёта в наибольшей степени учитывает современное состояние популяции шпрота, текущий уровень промысловой нагрузки, состояние абиотических условий и их изменения в перспективе.

4. Прогностические оценки нерестовой биомассы и возможного объёма вылова балтийского шпрота в ИЭЗ и территориальном море России 26 подрайона ИКЕС могут служить ориентирами для рыбодобывающих организаций при планировании промысловых нагрузок (в т. ч. и в рамках задачи по достижению баланса между промысловыми мощностями и сырьевой базой) на ближайшие несколько лет.

5. В рамках прогностических оценок состояния популяция балтийского шпрота сохранятся экологические риски, связанные с неопределённостями как прогноза изменений будущего климата в регионе, так и влиянием этих изменений на биоценоз моря в целом.

6. В современных условиях изменения климата, высокой чувствительности экосистемы моря на любые внешние воздействия для контроля состояния популяции балтийского шпрота, снижения экологических рисков, свя-

занных с использованием ВБР, своевременной корректировки ОДУ (для недопущения как перелова, так и недолова), важным является проведение регулярных научных траловых и акустических съёмов в ИЭЗ и территориальном море России. Необходима заинтересованность в решении данных задач региональных властей и бизнеса, в т. ч. и в поиске внебюджетных средств финансирования исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Амосова В.М., Зезера А.С., Карпушевская А.И., Карпушевский И.В., Патокина Ф.А., Дмитриева М.А., Винокур М.Л., Шумилова К.Ю. 2017. Биологические и гидрологические компоненты, характеризующие многолетние изменения и современное состояние трески *Гадус морхиа калларияс* в Балтийском море (Гданьский бассейн, 26-й подрайон ИКЕС) // Вопросы рыболовства. Т. 18. № 1. С. 42–51.
- Апс Р.А. 1986. Возраст и рост балтийского шпрота. Рига: АВОТС. С. 4–21.
- Бабаян В.К. 1988. Математические модели теории рыболовства. М. 68с.
- Бирюков Н.П. 1980. Шпрот Балтийского моря. Л.: ЛГУ. 95 с.
- Васильева Т.Г. 2000. Биомасса, численность и размерно-возрастная структура запаса шпрота Юго-Восточной Балтики в 1994–1999 гг. // Вопросы рыболовства. Т. 1, № 2–3, часть II. С. 79–80.
- Васильева Т.Г. 2000. Многолетняя динамика численности, возрастной структуры и пространственного распределения шпрота в 26 и 28 подрайонах Балтийского моря // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 1998–1999 годах. Калининград. С. 166–174.
- Васильева Т.Г. 2009. Многолетние пространственно-временные изменения в распределении биомассы, численности и возрастной структуры шпрота Юго-Восточной Балтики на рубеже XX–XXI веков // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2006–2007 годах. Т. 1. Балтийское море и заливы. Калининград. С. 41–54.
- Васильева Т.Г., Патокина Ф.А. 2015. Влияние трофических условий на распределение шпрота в юго-восточной Балтике // II Межд. конф. «Актуальные проблемы планктонологии». Тез. докл. 14–18 сентября 2015 г. Калининград: Изд. КГТУ. С. 36.
- Гасюков П.С., Доровских Р.С., Приц С.Э. 1980. Методические рекомендации по применению математических методов для оценки запасов и возможности вылова промысловых объектов. Калининград: АтлантНИРО. 104 с.
- Грауман Г.Б. 1983. Закономерности формирования численности поколений балтийского шпрота на ранних стадиях онтогенеза // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига: АВОТС. Вып.18. С. 38–48.
- Зезера А.С. 2009. Многолетние изменения абиотических условий в Балтийском море (1975–2007 гг.) // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2006–2007 годах. Т. 1. Балтийское море и заливы. Калининград. С. 6–17.
- Зезера А.С., Иванович В.М. 2011. Изменения климата, абиотических условий и величины запасов основных промысловых видов рыб в Юго-Восточной Балтике в последние десятилетия // Мат. XV конф. по пром. океанологии, посвященной 150-летию со дня рождения академика Н.М. Книповича. Калининград: Изд. АтлантНИРО. С. 123–126.
- Зезера А.С., Иванович В.М., Патокина Ф.А., Карпушевский И.В., Васильева Т.Г. 2012. Изменения в экосистеме Балтийского моря (Юго-Восточная часть, Гданьский бассейн, 26 подрайон ИКЕС) в последние десятилетия // Тез. докл. XI Всерос. конф. по пробл. рыбопромыслового прогнозирования, посвященной 150-летию со дня рождения академика Н.М. Книповича 22–24 мая 2012 г. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 28–31.
- Зезера А.С., Амосова В.М., Патокина Ф.А., Карпушевский И.В., Васильева Т.Г., Калинина Н.А. 2014. Результаты интегрированного анализа изменений абиотических условий и величины запасов основных промысловых видов рыб в Балтийском море (юго-восточная часть, Гданьский бассейн, 26 подрайон ИКЕС) // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010–2013 годах. Т. 1. Балтийское море и его заливы. Калининград: Изд-во АтлантНИРО. С. 6–19.
- Карасева Е.М., Зезера А.С. 2000. О влиянии термического режима на размножение и выживание потомства балтийского шпрота // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 1998–1999 годах. Калининград: Изд-во АтлантНИРО. С. 159–166.
- Карпушевский И.В., Зезера А.С., Иванович В.М. 2013. Адаптационные особенности популяций пелагических и демерсальных рыб в пространственной и временной динамике фактора солености вод Балтийского моря // Труды Зоологического института РАН. Приложение № 3. СПб. С. 128–135.
- Рехлин О. 1975. Исследования по биологии шпрота (*Sprattus sprattus* L.) и по развитию промысла

- шпрота в восточной и северной Балтике // *Fischeri-Forschung*. Rostock. № 13. P. 67–69.
- Рикер У.Е.* 1979. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М: Пищ. пром-сть. 408 с.
- Швецов Ф.Г., Градалев Е.Б.* 1988. Динамика сезонного и межгодового распределения шпрота в восточной части Балтийского моря в зависимости от океанологических факторов // *Fischeri-Forschung*. Rostock N26 (2). P. 71–73.
- Швецов Ф.Г., Стродс Г., Винговатова А., Васильева Т.Г.* 2010. Динамика численности молоди Балтийского шпрота и прогнозирование урожайности поколений на среднесрочную перспективу // VIII Межд. конф. по раннему онтогенезу рыб и промысловых беспозвоночных. Тез. докл. 19–25 апреля 2010 г. Калининград: Изд. Атлант-НИРО. С. 117–119.
- Amosova V.M., Zezera A.S., Karpushevskaya A.I., Karpushevskiy I.V., Patokina F.A., Dmitrieva M.A.* 2016. Integrated analysis of several biological/hydrological components and cod stomach data in the Gdansk Basin of the Baltic Sea // *ICES ASC Handbook, Annual Science Conference (ASC)*, Riga, Latvia, 19–23 September 2016. ICES CM 2016/F:665. P. 32.
- BALTEX Phase II 2003–2012 Science Framework and Implementation Strategy*. April 2006, 95 p.
- Beverton R.J.H., Holt S.J.* 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigations Series 2*, Vol. 19, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, UK. 533 p.
- Climate change in the Baltic Sea Area: HELCOM thematic assessment in 2013*. Baltic Sea Environment Proceeding. 2013. No. 137. 352 p.
- Daufresne M., Lengfellner K., Sommer U.* 2009. Global warming benefits the small in aquatic ecosystems, 12788–12793 // *PNAS*. 2009. V. 106. № . 31. P. 21–58.
- Feldman V.N., Vasilieva T.G.* 2000. Intra-annual variability in meso- and large- scale horizontal distribution, abundance and population structure of Baltic sprat // 2000 ICES ASC Handbook, ICES Annual Science Conference, 27–30 September 2000. Belgium. P. 156.
- Feldman V.N., Vasilieva T.G.* 2001. Changes in distribution, abundance and population structure of Baltic sprat in 1992–2000 // *ICES ASC Handbook, ICES Annual Science Conference ICES*, 26–29 September 2000. Oslo, Norway. ICES CM 2001 /U:05. P. 111.
- Feldman V.N., Zhigalova N.N., Patokina F.A. and A.S. Zezera.* 2002. Dynamics of zooplankton structure, sprat and herring feeding and trophic interactions in conditions of water warming in the southeastern Baltic Sea // *ICES ASC Handbook, Annual Science Conference ICES*, 29 September — 9 October, Copenhagen, Denmark. ICES CM/N:05: P. 1–31.
- Grygiel, W., Wyszynski M.*, 2003. Temporal (1980–2001) and geographic variation in the sexual maturity at age and length of herring and sprat inhabiting the southern Baltic. *Bulletin of the Sea Fish. Inst., Gdynia*, No. 2 (159) P. 3–33.
- Hansson M., Andersson L.* 2016. Oxygen Survey in the Baltic Sea 2016. Extent of Anoxia and Hypoxia 1960–2016 // *Report Oceanogr.* 2016. № 58. 26 p.
- Horbowy J., Luzencyk A.* 2016. Effects of multispecies and density dependent factors on MSY reference points: Example of the Baltic Sea sprat. *CIFAS — 2016–0220.R3*: 1–27.
- MacKenzie B.R., Koster F.W.* 2004. Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea // *Ecology*. 2004. Vol. 85. P. 784–794.
- Report of the Baltic fisheries assessment working group (WGBFAS)*. Copenhagen, Denmark, 2016. ICES CM 2016/ACOM. 842 p.
- Report of the Baltic fisheries assessment working group (WGBFAS)*. Copenhagen, Denmark, 2017. ICES CM 2017/ACOM. 859 p.
- Report of the benchmark workshop on Baltic multispecies assessments (WKBALT)*, Copenhagen, Denmark, 2013. ICES CM 2013/ACOM:43. 399 p.
- Report of the workshop on age reading on Baltic sprat (WKARBS)*, Klaipeda, Lithuania, 2008. ICES CM 2008/ACOM:37. 28 p.
- Ricker W.E.* 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* No. 191 p.
- Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. 2015. BACC II Author Team. Springer. 501 pp.

Поступила в редакцию 17.10.2017 г.
Принята после рецензии 18.11.2017 г.

Commercial species and their biology

Prospects of development of domestic sprat fishery in the Baltic Sea 2025

V.M. Amosova, T.G. Vasilijeva, A.S. Zezera

Atlantic Fisheries Research Institute (FSBSI «AtlantNIRO»), Kaliningrad

The paper discusses the long-term prospects for the sprat (*Sprattus sprattus balticus*) fishery in the Exclusive Economic Zone and the territorial sea of Russia in the 26th ICES subdivision of the Baltic Sea under various scenarios of the situation, depending on the age composition of the sprat, its abundance and biomass, and the impact of cod predation. The analysis of the main trends of oceanographic processes associated with the change in the average annual temperature, salinity and oxygen concentrations in the surface and near-bottom layers of the sea is analyzed. The upper and lower limits of the possible catch of sprat by domestic fishing organizations up to 2025 are determined, as well as the most probable scenario due to the changing abiotic factors. Prognostic assessments of the possible capacity of domestic Baltic sprat catch can serve as reference points for fishery organizations in the planning of fishing loads, including within the task of achieving a balance between fishing capacities and raw materials base for the next few years.

Keywords: Baltic Sea, sprat, deterministic long-term forecast, maximum sustainable.

REFERENCES

- Amosova V.M., Zezera A.S., Karpushevskaya A.I., Karpushevskij I.V., Patokina F.A., Dmitrieva M.A., Vinokur M.L., Shumilova K. Yu. 2017. Biologicheskie i gidrologicheskie komponenty, harakterizuyushchie mnogoletnie izmeneniya i sovremennoe sostoyanie treski *Gadus morhua callarias* v Baltijskom more (Gdan'skij bassejn, 26-j podrajon IKES) [Biological and hydrological components describing the long-term changes and the current state of cod *Gadus morhua callarias* in the Baltic Sea (Gdansk basin, subdivision ICES26)] // *Voprosy Rybolovstva*. T. 18. № 1. S. 42–51.
- Aps R.A. 1986. Vozrast i rost baltijskogo shprota [The age and growth of the Baltic sprat]. Riga: AVOTS. S. 4–21.
- Babayan V.K. 1988. Matematicheskie modeli teorii rybolovstva [Mathematical models of fishing theory]. M. 68 s.
- Biryukov N.P. 1980. Shprot Baltijskogo moray [Sprat of the Baltic Sea]. L.: LGU. 95 s.
- Vasil'eva T.G. 2000. Biomassa, chislenost' i razmerno-voznrastnaya struktura zapasa shprota Yugo-Vostochnoj Baltiki v 1994–1999 gg. [Biomass, abundance and size-age structure of the stock of sprat South-Eastern Baltic in 1994–1999] // *Voprosy rybolovstva*. T. 1. № 2–3. Chast' II. S.79–80.
- Vasil'eva T.G. 2000. Mnogoletnyaya dinamika chislenosti, vozrastnoj struktury i prostranstvennogo raspredeleniya shprota v 26 i 28 podrajonah Baltijskogo morya [Long-term dynamics of the sprat abundance, age structure and spatial distribution in the 26th and 28th subdivisions of the Baltic Sea] // *Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 1998–1999 godah*. Kaliningrad. S. 166–174.
- Vasil'eva T.G. 2009. Mnogoletnie prostranstvenno-vremennye izmeneniya v raspredelenii biomassy, chislenosti i vozrastnoj struktury shprota Yugo-Vostochnoj Baltiki na rubezhe XX–XXI vekov [Long-term spatial-temporal changes in the sprat distribution of biomass, abundance and age structure in the South-East Baltic at the turn of the 20th and 21st centuries] // *Promyslovo-biologicheskie issledovaniya*

- AtlantNIRO v 2006–2007 godah. T. 1. Baltijskoe more i zalivy. Kaliningrad. S. 41–54.
- Vasil'eva T.G., Patokina F.A. 2015. Vliyanie troficheskikh uslovij na raspredelenie shprota v yugo-vostochnoj Baltike [Influence of trophic conditions on distribution of sprat in the South-Eastern Baltic] // II Mezhd. Konf. «Aktual'nye problemy planktonologii». Tez. dokl. 14–18 sentyabrya 2015 g. Kaliningrad: Izd. KGTU. C. 36.
- Gasyukov P.S., Dorovskih R.S., Prits S. Eh. 1980. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu matematicheskikh metodov dlya otsenki zapasov i vozmozhnogo vylova promyslovykh ob'ektov [Guidelines on the application of mathematical methods to the stocks assessment and the possible catch of commercial objects]. Kaliningrad: AtlantNIRO. 104 s.
- Grauman G.B. 1983. Zakonomernosti formirovaniya chislennosti pokolenij baltijskogo shprota na rannih stadiyah ontogeneza [Regularities in the formation of the Baltic sprat abundance generations in the early stages of ontogeny] // Rybohozyajstvennyye issledovaniya v bassejne Baltijskogo morya. Riga: AVOTS. Vyp. 18. S. 38–48.
- Zezer A.S. 2009. Mnogoletnie izmeneniya abioticheskikh uslovij v Baltijskom more (1975–2007 gg.) [Long-term changes in abiotic conditions in the Baltic Sea (1975–2007)] // Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 2006–2007 godah. T. 1. Baltijskoe more i zalivy. Kaliningrad. S. 6–17.
- Zezer A.S., Ivanovich V.M. 2011. Izmeneniya klimata, abioticheskikh uslovij i velichiny zapasov osnovnykh promyslovykh vidov ryb v Yugo-Vostochnoj Baltike v poslednie desyatiletija [Climate change, abiotic conditions and the stocks size of the main commercial fish species in the South-Eastern Baltic in recent decades] // Mat. XV konf. po prom. okeanologii, posvyashchennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N.M. Knipovicha. Kaliningrad: Izd. AtlantNIRO. S. 123–126.
- Zezer A.S., Ivanovich V.M., Patokina F.A., Karpushevskij I.V., Vasil'eva T.G. 2012. Izmeneniya v ehkosisteme Baltijskogo morya (Yugo-Vostochnaya chast', Gdan'skij bassejn, 26 podrajon IKES) v poslednie desyatiletija [The ecosystem changes of the Baltic Sea (South-East, Gdansk basin, 26 ICES subdivision) in recent decades] // Tez. dokl. XI Vseros. konf. po probl. rybopromyslovogo prognozirovaniya, posvyashchennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N.M. Knipovicha 22–24 maya 2012 g. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 28–31.
- Zezer A.S., Amosova V.M., Patokina F.A., Karpushevskij I.V., Vasil'eva T.G., Kalinina N.A. 2014. Rezul'taty integrirovannogo analiza izmenenij abioticheskikh uslovij i velichin zapasov osnovnykh promyslovykh vidov ryb v Baltijskom more (yugo-vostochnaya chast', Gdan'skij bassejn, 26 podrajon IKES) [The results of an integrated analysis of the changes in the abiotic conditions and the stocks size of the main commercial fish species in the Baltic Sea (southeastern part, Gdansk basin, 26 ICES subdivision)] // Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 2010–2013 godah. T. 1. Baltijskoe more i ego zalivy. Kaliningrad: Izd-vo AtlantNIRO. S. 6–19.
- Karaseva E.M., Zezer A.S. 2000. O vliyanii termicheskogo rezhima na razmnozhenie i vyzhivanie potomstva baltijskogo shprota [On the influence of the thermal regime on the reproduction and survival of the Baltic sprat offspring] // Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 1998–1999 godah. Kaliningrad: Izd-vo AtlantNIRO. S. 159–166.
- Karpushevskij I.V., Zezer A.S., Ivanovich V.M. 2013. Adaptatsionnye osobennosti populyatsij pelagicheskikh i demersal'nykh ryb v prostranstvennoj i vremennoj dinamike faktora solenosti vod Baltijskogo moray [Adaptation features of populations of pelagic and demersal fish in the spatial and temporal dynamics of the salinity factor of the Baltic Sea waters] // Trudy Zoologicheskogo instituta RAN. Prilozhenie № 3. SPb. S. 128–135.
- Rekhlin O. 1975. Issledovaniya po biologii shprota (*Sprattus sprattus* L.) i po razvitiyu promysla shprota v vostochnoj i severnoj Baltike [Studies on the biology of sprat (*Sprattus sprattus* L.) and on the development of the sprat fishery in the eastern and northern Baltic] // Fischeri-Forschung. Rostock. № 13. (1). P. 67–69.
- Riker W.E. 1979. Metody otsenki i interpretatsiya biologicheskikh pokazatelej populyatsij ryb [Computation and interpretation of biological statistics of fish populations]. M: Pishch. prom-st'. 408 s.
- Shvetsov F.G., Gradalev E.B. 1988. Dinamika sezonnogo i mezhgodovogo raspredeleniya shprota v vostochnoj chasti Baltijskogo morya v zavisimosti ot okeanologicheskikh faktorov [Dynamics of seasonal and inter-annual distribution of sprat in the eastern part of the Baltic Sea depending on oceanological factors] // Fischeri-Forschung. Rostock № 26 (2). P. 71–73.
- Shvetsov F.G., Strods G., Vingovatova A., Vasil'eva T.G. 2010. Dinamika chislennosti molodi Baltijskogo shprota i prognozirovaniye urozhajnosti pokolenij na srednesrochnuyu perspektivu [Dynamics of juvenile Baltic sprat abundance and forecasting the yield of generations for the medium term] // VIII Mezhd. Konf. po rannemu ontogenezu ryb i promyslovykh bespozvonochnykh. Tez. dokl. 19–25 aprelya 2010 g. Kaliningrad: Izd-vo AtlantNIRO. S. 117–119.
- Amosova V.M., Zezer A.S., Karpushevskaya A.I., Karpushevskij I.V., Patokina F.A., Dmitrieva M.A.

2016. Integrated analysis of several biological/hydrological components and cod stomach data in the Gdansk Basin of the Baltic Sea // ICES ASC Handbook, Annual Science Conference (ASC), Riga, Latvia, 19–23 September 2016. ICES CM 2016/F:665. P. 32.
- BALTEX Phase II 2003–2012 Science Framework and Implementation Strategy*. April 2006, 95 p.
- Beverton R.J.H., Holt S.J.* 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigations Series 2, Vol. 19, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, UK. 533 p.
- Climate change in the Baltic Sea Area: HELCOM thematic assessment in 2013*. Baltic Sea Environment Proceeding. 2013. No. 137. 352 p.
- Daufresne M., Lengfellner K., Sommer U.* 2009. Global warming benefits the small in aquatic ecosystems, 12788–12793 // PNAS. 2009. V. 106. № . 31. P. 21–58.
- Feldman V.N., Vasilieva T.G.* 2000. Intra-annual variability in meso- and large- scale horizontal distribution, abundance and population structure of Baltic sprat // 2000 ICES ASC Handbook, ICES Annual Science Conference, 27–30 September 2000. Belgium. P. 156.
- Feldman V.N., Vasilieva T.G.* 2001. Changes in distribution, abundance and population structure of Baltic sprat in 1992–2000 // ICES ASC Handbook, ICES Annual Science Conference ICES, 26–29 September 2000. Oslo, Norway. ICES CM 2001/U:05. P. 111.
- Feldman V.N., Zhigalova N.N., Patokina F.A. and A.S. Zezera.* 2002. Dynamics of zooplankton structure, sprat and herring feeding and trophic interactions in conditions of water warming in the southeastern Baltic Sea // ICES ASC Handbook, Annual Science Conference ICES, 29 September — 9 October, Copenhagen, Denmark. ICES CM/N:05: P. 1–31.
- Grygiel, W., Wyszynski M.*, 2003. Temporal (1980–2001) and geographic variation in the sexual maturity at age and length of herring and sprat inhabiting the southern Baltic. Bulletin of the Sea Fish. Inst., Gdynia, No. 2 (159) P. 3–33.
- Hansson M., Andersson L.* 2016. Oxygen Survey in the Baltic Sea 2016. Extent of Anoxia and Hypoxia 1960–2016 // Report Oceanogr. 2016. № 58. 26 p.
- Horbowy J., Luzenczyk A.* 2016. Effects of multispecies and density dependent factors on MSY reference points: Example of the Baltic Sea sprat. CIFAS — 2016–0220.R3: 1–27.
- MacKenzie B.R., Koster F.W.* 2004. Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea // Ecology. 2004. Vol. 85. P. 784–794.
- Report of the Baltic fisheries assessment working group (WGBFAS)*. Copenhagen, Denmark, 2016. ICES CM 2016/ACOM. 842 p.
- Report of the Baltic fisheries assessment working group (WGBFAS)*. Copenhagen, Denmark, 2017. ICES CM 2017/ACOM. 859 p.
- Report of the benchmark workshop on Baltic multispecies assessments (WKBALT)*, Copenhagen, Denmark, 2013. ICES CM 2013/ACOM:43. 399 p.
- Report of the workshop on age reading on Baltic sprat (WKARBS)*, Klaipeda, Lithuania, 2008. ICES CM 2008/ACOM:37. 28 p.
- Ricker W.E.* 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. No. 191 p.
- Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. 2015. BACC II Author Team. Springer. 501 pp.

TABLE CAPTIONS

Table 1. The upper and lower limits of the sprat spawning biomass and possible Russian sprat catch, as well as their average values from the results of long-term deterministic modeling for the period 2016–2025.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Map of the 22–32 ICES subdivisions in the Baltic Sea

Fig. 2. Long-term changes in the average annual temperature and salinity and their five-year sliding averages in the surface layer of the Bornholm, Gdansk and Gotland basins (1975–2016). Dotted line — average multiyear value

Fig. 3. Long-term changes in the average annual temperature and salinity, oxygen concentrations and their five-year sliding averages in the bottom layer of the Bornholm, Gdansk and Gotland basins (1975–2016). Dotted line — average multiyear value

Fig. 4. The volume of water with hypoxia (oxygen concentration less than 2 ml/l) and anoxia (absence of oxygen — hydrogen sulphide) in the Baltic Sea, including the Gulf of Finland and the Gulf of Riga in August-October 1960–2016 [Hansson, Andersson, 2016]

Fig. 5. The share of the estimated sprat biomass from the data of autumn international acoustic surveys (BIAS) by the ICES subdivisions of the Baltic Sea in 1991–2016

Fig. 6. Initial situations (scenarios) for deterministic prediction of the sprat biomass values and its catch in the EEZ and the territorial sea of Russia

Fig. 7. The observed and simulated stock-recruitment relationship for Baltic sprat

Fig. 8. The curves of the equilibrium sprat biomass and its sustainable catches in the EEZ and the territorial sea of Russia in the Baltic Sea in 2025 under different initial conditions: 1, 2, 3 — projection scenarios

Промысловые виды и их биология

УДК 639.222.2(261.24)+597.553.1–113.4

Вылов, динамика численности и возрастной состав уловов балтийской сельди открытого моря в 26-м подрайоне ИКЕС в 2011–2017 годах

И.С. Труфанова

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «АтлантНИРО»), г. Калининград

E-mail: inna-baltic@yandex.ru

Выполнен анализ биостатистических материалов по балтийской сельди (салаке) *Clupea harengus tembras* из российских научно-исследовательских и промысловых рейсов в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря за 2011–2017 гг. Отечественные уловы вида более чем на 90% состояли из двух группировок весеннерестующей сельди. В течение всего периода многолетних исследований в уловах доминировала прибрежная сельдь, но также существенный вклад в общий вылов объекта вносила группировка сельди открытого моря (морская), среднемноголетняя доля которой была приблизительно 25% по численности. В последние годы отмечено увеличение количества морской сельди в уловах. Наибольший её вылов зафиксирован в 2012 (4,5 тыс. т, 76,1 млн. экз.) и 2016–2017 гг. (более 3,5 тыс. т и 80 млн. экз. ежегодно). Вылов доминирующей прибрежной группировки с минимума 1,9 (2011 г.) возрос до 9,6 тыс. т в 2015 г., снизившись в последние два года до 6,9 тыс. т. Морская сельдь в последние годы ежеквартально составляла 30–40% уловов вида, в то время как ранее она была максимально представлена только в уловах третьего квартала. В возрастном составе группировки произошли изменения: в 2016–2017 гг. преобладали 3–6-летние рыбы (особенно трёхгодовики урожайного поколения 2014 г.), а в 2013–2015 гг. были наиболее многочисленны особи старших возрастных групп (8+ группа). Средние навески сельди открытого моря во всех возрастных группах ниже, чем у прибрежной. Влияния роста численности морской сельди на средние размерные и возрастные параметры всей вылавливаемой в 26-м подрайоне сельди в 2017 г. не выявлено.

Ключевые слова: балтийская сельдь *Clupea harengus tembras*, промысел, Балтийское море, численность, возраст, вылов.

ВВЕДЕНИЕ

Балтийская сельдь (салака) (*Clupea harengus tembras* L. 1761) имеет сложную внутривидовую структуру. Компоненты, или группировки, составляющие её запас, отлича-

ются периодом и продолжительностью нереста, направлениями миграций и морфометрическими параметрами. Время от времени эти компоненты образуют смешанные скопления во время размножения, нагула либо зимовки.

Внутривидовое разнообразие, с одной стороны, делает вид более пластичным и приспособленным, но с другой — усложняет оценку запаса и его безопасную эксплуатацию с экологической точки зрения [Hatfield, Simmonds, 2002; Burke et al., 2008; Bierman et al., 2010]. Проблема идентификации внутривидовых группировок существует для разных промысловых запасов сельдей. Многими специалистами признана необходимость дифференцировки уловов сельди по таким группировкам с целью более рациональной эксплуатации запасов вида и его сохранения [Postuma, Zilstra, 1958; Азерникова, 1967; Hatfield, Simmonds, 2002; Burke et al., 2008; Андреева и др., 2009; Bierman et al., 2010; Gröhsler et al., 2013]. Неточность оценки единицы запаса без разделения на внутривидовые компоненты приводит к некорректным величинам промысловой смертности, разной для отдельных форм сельди [Hatfield, Simmonds, 2002].

Весеннерестующая сельдь — основа промыслового вылова вида на акватории 26-го подрайона ИКЕС, составляющая более 90% уловов. Вылавливается также в незначительном количестве осеннерестующая сельдь (осенняя). Согласно своим морфологическим, экологическим и физиологическим особенностям среди весеннерестующих сельдей, добываемых в 26-м подрайоне, выделяются две группировки: прибрежная сельдь Южной Балтики и сельдь открытого моря (морская). Исторически, в течение последних 25 лет, основу пелагического промысла в юго-восточной части Балтийского моря формировала прибрежная группировка. Все стадии жизненного цикла её представителей: зимовка, нагул, нерест проходят на акватории подрайона. Доля этой группировки варьировала в пределах 50–95% уловов за последние два с половиной десятилетия. Вклад сельди открытого моря в отечественный вылов также довольно существенен — в среднем около четверти объёма уловов за весь период наблюдений [Труфанова, 2015].

В 2017 г. нами отмечено заметное увеличение количества идентифицируемой по отолитам сельди открытого моря в пробах биологических анализов. Ранее в Балтике обнаруживали влияние роста численности этой группировки на

размерные характеристики всей сельди в уловах [Федотова, 2009]. Внимание также привлёк меньший, в отличие от 2016 г., выбор квоты в 26-м подрайоне, при его почти одинаковом объёме в последние два года (квота 29,1 и 29,5 тыс. т в 2016 и 2017 гг., соответственно).

Сельдь открытого моря характеризуется низким темпом роста, продолжительным жизненным циклом, большим количеством позвонков (в отличие от прибрежной). Обитает в западной, северной и северо-восточной частях Центральной Балтики. Созревает преимущественно на 3-м году жизни. Размножается вдоль восточного берега Швеции, побережий Латвии и Эстонии в апреле — июле — на глубинах 5–20 м. После нереста большое количество рыб старших возрастных групп совершает нагульные миграции в южном направлении и в летне-осенний период обнаруживается в значительном количестве в 26-м подрайоне ИКЕС. В начале зимнего периода происходит миграция в направлении нерестилищ, но некоторая часть этой сельди остаётся в Южной Балтике, нерестясь здесь весной вместе с прибрежной группировкой [Ropiel, 1958; 1984; Бирюков, 1968; Aro, 1989; Parmanne et al., 1994].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Использованы материалы, собранные наблюдателями на промысловых судах, ведущих траловый пелагический лов в юго-восточной части Балтийского моря. В 2011–2017 гг. исследования проводились ежеквартально на судах типа МРТК (малый рыболовный траулер кормового траления) в российской исключительной экономической зоне (ИЭЗ) и территориальном море 26-го подрайона ИКЕС (рис. 1). Также было проведено четыре гидроакустических съёмки по оценке запасов пелагических рыб на научно-исследовательских судах СТМК «Атлантида» (2011 г.) и «Атлантиро» (2015–2017 гг.), три из которых выполнены осенью.

Проанализированы данные по вылову вида, полученному из ежегодных отчетов Западно-Балтийского территориального управления Росрыболовства об освоении выделенных российских квот, а также материалы

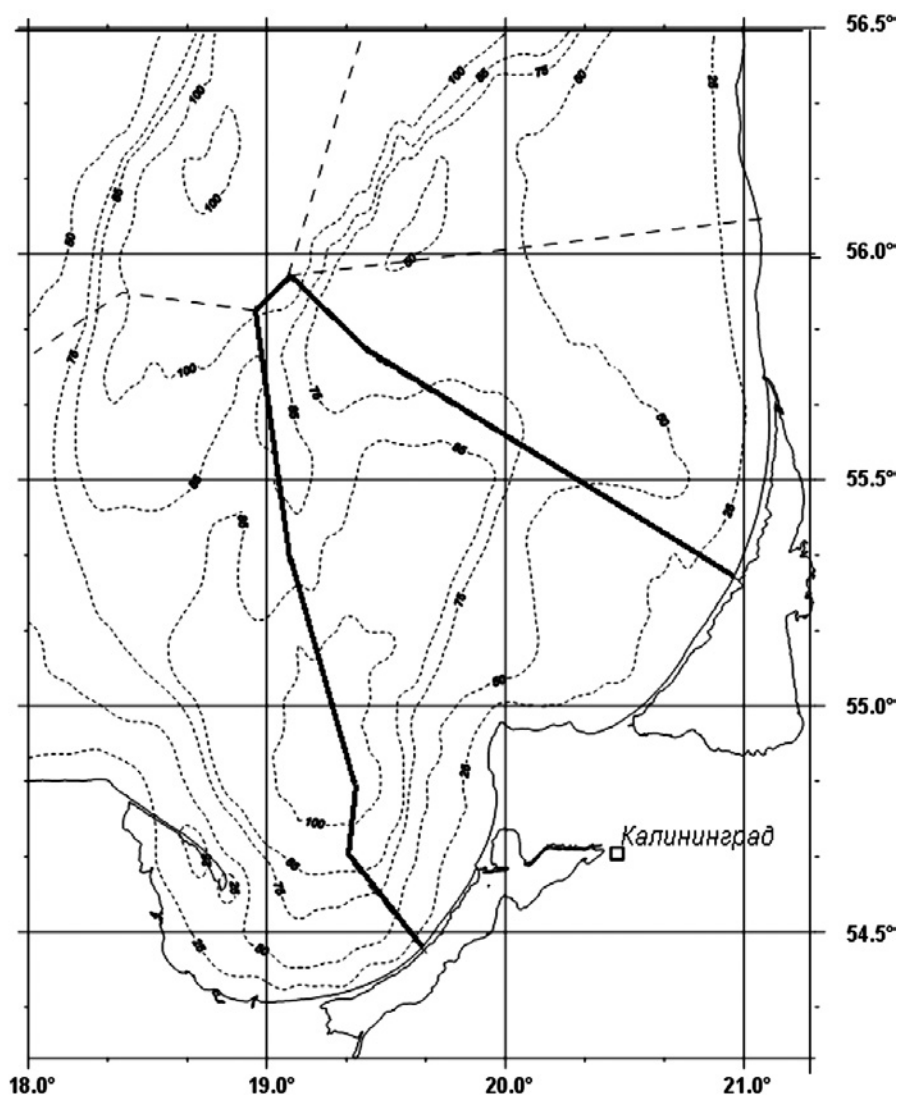


Рис. 1. Район исследований — исключительная экономическая зона и территориальное море Российской Федерации в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря

массовых промеров, индивидуальные взвешивания с определением биологических характеристик, а также возраста (табл. 1, 2). Возраст рыб и их принадлежность к экологическим

группировкам определялись с использованием методики Комповского [Komrowski, 1969; Оявеер, 1987; Fetter et al., 1992] по структуре отолитов.

Таблица 1. Количество использованных материалов из промысловых рейсов (экз.)

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Итого
Массовые промеры	5785	23101	23101	30423	20792	12074	12050	127326
Биологические анализы	2424	4542	3979	4929	4179	2604	2592	25249
Возрастные пробы	1409	3614	2779	3082	2558	1734	1762	16938

Таблица 2. Количество использованных материалов из научно-исследовательских рейсов (экз.)

Период съёмки	Октябрь 2011	Июнь 2015	Октябрь 2016	Сентябрь 2017	Итого
Массовые промеры	3194	3780	2381	3701	13056
Биологические анализы	1100	1856	912	1228	5096
Возрастные пробы	1100	1337	772	1093	4302

Отолиты просматривали на чёрном фоне в отраженном свете под бинокулярным микроскопом «МБС-10», при увеличении окуляра 8х и увеличении объектива 4х. Для получения чёткого изображения их помещали в спирт, подсчёт годовых зон роста вели на внешней поверхности отолита. Возраст определяли путём подсчёта количества гиалиновых колец преимущественно на построструме и роструме [Fetter et al., 1992].

Отолиты сельди открытого моря различали по сравнительно узкой, в отличие от прибрежной и осенней сельдей, первой зоне роста. В пределах группировки она варьировала, но, как правило, составляла менее 40–46 делений окулярмикрометра [Феттер, 1988; Fetter et al., 1992]. Этот параметр «служит хорошей «естественной меткой» при дифференциации запасов сельдей» [Феттер, 1988]. Также при идентификации рыб использовали такие характеристики как форма и размер отолита, соотношение зон роста. В качестве дополни-

тельных признаков рассматривали структуру поверхности, характер края отолита, ширину зимних зон, длину рострума [Оявеер, 1962; 1987; Kompowski, 1969; Grygiel 1987; Fetter et al., 1992].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общий российский вылов балтийской сельди в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря (исключая Вислинский (Калининградский) залив) в течение 2011–2017 гг. продемонстрировал тенденцию к росту (рис. 2). С 2011 по 2015 гг., несмотря на внутривидовые флуктуации численности группировок, он вырос с 4 до 14 тыс. т, а в последующие два года незначительно снизился до 11–13 тыс. т.

Вылов сельди открытого моря значительно варьировал (рис. 2). Увеличение её численности и биомассы в уловах происходило с 2011 по 2012 гг., в дальнейшем к 2013 г. эти величины снизились. С 2014 по 2017 гг. наблюдался стабильный рост данных показателей. Отмечают-

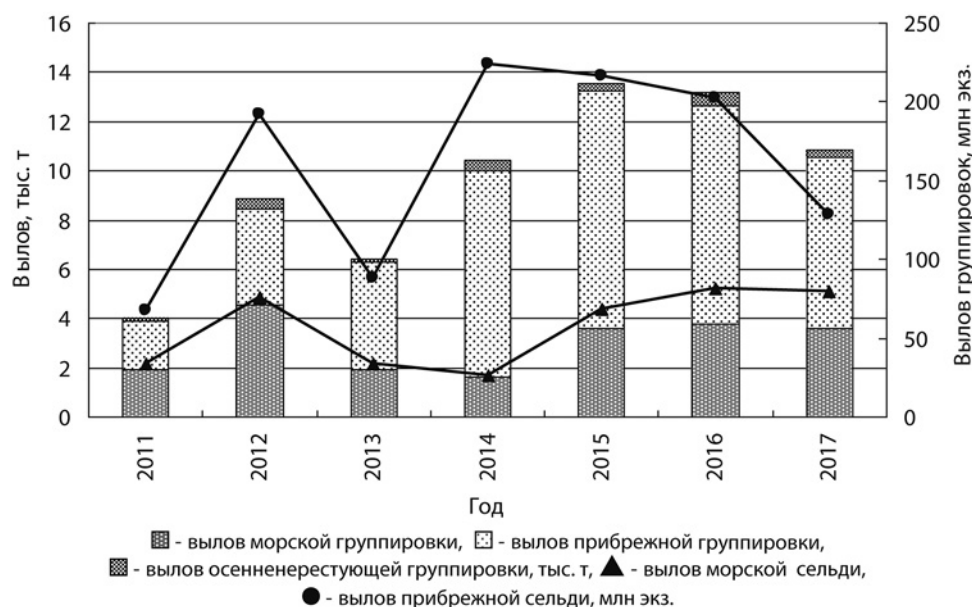


Рис. 2. Общий вылов сельди и численность изъятых промыслом особей различных группировок в 2011–2017 гг.

ся два пика численности и объёма уловов группировки на пелагическом промысле — 2012 (76 млн. экз. и 4,5 тыс. т) и 2016 гг. (82 млн. экз. и 3,8 тыс. т).

Для сравнения приведены значения численности и биомассы прибрежной сельди Южной Балтики в промысловых уловах. Вылов колебался от 68 до 224 млн. экз. или от 1,9 до 9,6 тыс. т за год. Динамика её численности имеет схожую форму с таковой у морской группировки, но она изменялась более резко. С 2011 по 2012 гг. она росла, впоследствии снизившись и снова увеличившись к 2014 г. В 2014–2017 гг. — существенно уменьшилась с 224 до 128 млн. экз. Однако биомасса этой группировки в уловах до 2015 г. показывала тенденцию к росту. В 2011 г. зафиксирован минимальный вылов за указанный период — 1,9 тыс. т, что было на несколько тонн меньше улова морской сельди (хотя по численности преобладала прибрежная). В 2011–2015 гг. вылов вырос до максимального значения за период — 9,6 тыс. т, а в последующие два года — снизился до 6,9 тыс. т.

Морская сельдь в уловах 2017 г. была представлена максимальной долей за 2011–2017 гг. — 33% численности (рис. 3). В последние годы мы ежеквартально отмечаем существенный рост её количества при обработке возрастных проб из промысловых уловов. В начале указанного периода (2011–2013 гг.) встречаемость группировки варьировала от 20 до 29%. С 2014 по 2017 гг. наблюдалось стабильное увеличение частоты её встречаемости

(с 20 до 33%). В среднем за семь лет её доля составила 25,4%.

Изменился сезонный аспект встречаемости сельди открытого моря в течение рассматриваемого периода. Раньше пик её численности в уловах наблюдался в III квартале, когда её доля превышала в отдельные годы 50% выловленных рыб [Труфанова, 2014]. После 2014 г. он стал смещаться полностью на второе полугодие (за исключением 2016 г.), а в 2017 г. — группировка составляла 29–40% уловов вида ежеквартально.

Промысловые данные по динамике вылова морской группировки подтверждаются и гидроакустическими съёмками. Высокая доля морской сельди отмечалась в октябре 2011 г. (38%), в июне 2015 г. — она снизилась до 32%. Однако информация за этот год приведена лишь для сравнения, т. к. летом миграция сельди открытого моря в Юго-Восточную Балтику только начинается, и численность её обычно низкая [Poriel, 1958]. Осенью 2016–2017 гг. морская группировка была сравнительно многочисленна (35–40%).

Также следует отметить, что на гидроакустических съёмках доля морской сельди всегда выше, чем в промысловых уловах. Это связано с особенностями локализации судов: научно-исследовательские охватывают всю акваторию ИЭЗ РФ в процессе проведения съёмок, а промысловые чаще работают в прибрежных районах.

Возрастная структура промысловых уловов морской сельди на акватории 26-го подрай-

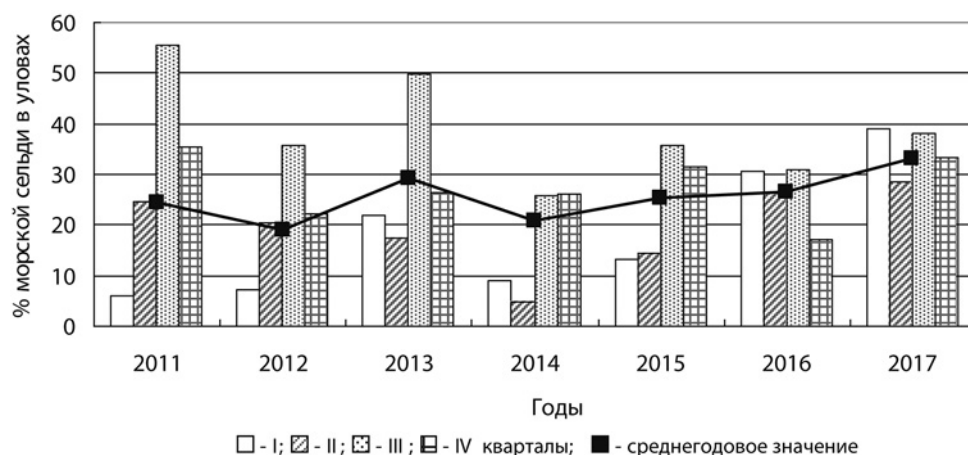


Рис. 3. Доля морской сельди в российских промысловых уловах 2011–2017 гг., %

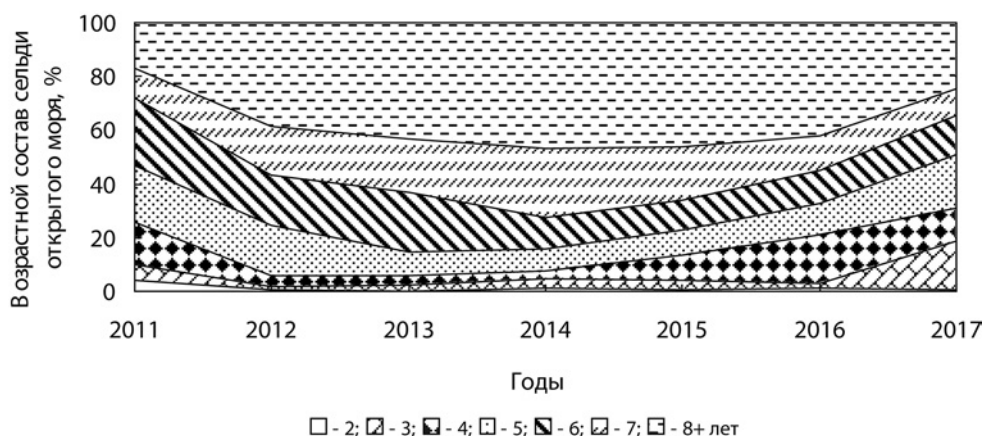


Рис. 4. Возрастной состав сельди открытого моря в 2011–2017 гг.

она в многолетнем аспекте также претерпела изменения в течение 2011–2017 гг. (рис. 4). В начале периода у морской сельди преобладали 4–6-летние особи (62% её численности), к середине (2012–2015 гг.) доминировали рыбы старших возрастных групп (8+ группа, 47% численности). В 2016 г. численность 8+ группы снова стала снижаться, а в 2017 г. мы наблюдали значительное увеличение встречаемости трёхлетних особей морской сельди. Рыбы в возрасте 4–6 лет также были многочисленны.

ОБСУЖДЕНИЕ

Доля сельди открытого моря за последние 25 лет колебалась в широких пределах, составляя от 8 до 50% промысловых уловов. В последние годы её количество стало расти, превышая среднеемноголетнее значение (25%) [Труфанова, 2015]. Наши данные подтверждаются материалами Рабочей группы ИКЕС, где отмечено, что в Балтийском море в последние годы в уловах доминирует медленно растущая сельдь, происходящая из северных подрайонов [ICES, 2017]. Отмечено, что климатические условия влияют на миграции морской сельди: после суровых зим количество мигрирующих на юг рыб возрастает, а в годы с тёплым летом они задерживаются на нагульных акваториях до декабря [Аго, 1989]. Осень и зима 2017 г. были относительно тёплыми, вероятно, это способствовало концентрации представителей группировки в Юго-Восточной Балтике. В среднем за 2011–2017 гг. сельдь открытого моря составила приблизительно четверть

объёма отечественных уловов, т. е. осталась на среднеемноголетнем уровне [Труфанова, 2015].

Влияет ли изменение соотношения группировок на состав всей вылавливаемой в 26-м подрайоне ИКЕС сельди? Рост численности морской сельди сказывается, в первую очередь, на возрастной структуре уловов вида. Возрастной состав вылавливаемой в 26-м подрайоне сельди складывается из особей двух группировок и зависит от количества особей каждой в конкретное время года. В среднем за весь период проведения исследований на Балтике морская сельдь в промысловых уловах была представлена особями старших возрастных групп [Труфанова, 2014].

Отмеченный выше рост встречаемости трёхлетних морских сельдей связан, по-видимому, с появлением представителей многочисленного поколения 2014 г. на акватории 26-го подрайона. Оно было рекордным за 1974–2017 гг. по данным ИКЕС [ICES, 2017]. Обилие именно трёхлетних, а не моложе, особей морской сельди объясняется образом жизни. Сельдь открытого моря в младшем возрасте обитает вблизи нерестилищ, а с 3–4 лет начинает нагульные миграции на дальние расстояния [Аго, 1989].

Многочисленность поколений морских сельдей зависит от ряда факторов. Адвекции вод Северного моря, богатые кислородом и обладающие повышенной солёностью, сниженный объём материкового стока способствуют возникновению урожайных поколений группировки [Rannak, 1974; Kalejs, Ojaveer, 1989]. Имеет значение также повышенная, по

сравнению с прибрежной сельдью, абсолютная и относительная плодовитость [Алексеева и др., 2004]. На примере тихоокеанских популяций сельди показано, что мигрирующие группировки (к которым относится морская сельдь Балтики) являются более пластичными — климатические условия не оказывают существенного влияния на многочисленность их поколений, т. к. эти формы не привязываются к локальным местообитаниям [Hay et al., 2008].

Балтийская сельдь открытого моря обладает низким темпом роста и меньшими размерно-возрастными характеристиками [Бирюков, 1968; Оявеер, 1987] в отличие от преобладающей в 26-м подрайоне прибрежной группировки. Ниже приведены средние навески по возрастным группам сельдей разных группировок из промысловых уловов 2017 г. (табл. 3). Бирюков [1968] отмечал, что сельдь открытого моря приблизительно до 3 лет растет довольно быстро, а после этого возраста темп её роста замедляется. Но по данным табл. 3 заметно, что навески морской сельди во всех возрастных группах, включая 2 и 3 года, существенно ниже таковых у прибрежной.

Различия в морфометрических показателях и темпе роста у разных группировок типичны не только для балтийской сельди, но и для тихоокеанской *Clupea pallasii* Valenciennes 1847. Отмечено, что все сельди, обитающие в суро-

вых климатических условиях северной периферии ареала (Охотское и Берингово моря) характеризуются замедленным ростом, а южным группировкам присущ сравнительно высокий рост [Науменко, 2002; Ившина, 2008].

Увеличение количества мелкоразмерных представителей морской группировки может отражаться на размерных параметрах всей вылавливаемой в 26-м подрайоне сельди. В уловах ИЭЗ Литвы в 2000–2005 гг. отмечалось значительное уменьшение средних значений массы и длины в возрастных группах из-за превалирования в вылове медленно растущей сельди открытого моря. Её доля в литовских уловах с 1999 по 2005 гг. в среднем изменялась с 67% в 2000 до 51% в 2005 гг. Интенсивность её миграций и рост численности в вылове были связаны с состоянием кормовой базы в местах постоянного присутствия [Федотова, 2009; Федотова, Тылик, 2009; Федотова, 2010].

По нашим данным средняя длина рыб данного вида в 2017 г. незначительно снизилась по сравнению с 2016 г., средняя масса, напротив, — несколько выросла (табл. 4). Средний возраст остался приблизительно на уровне 2016 г. Влияния роста количества морской сельди на средние размерные параметры сельди в вылове не выявлено.

Несмотря на произошедшие изменения в соотношении внутривидовых группировок,

Таблица 3. Средние навески (г ± ст. ошибка) сельди прибрежной и морской группировок различных возрастных групп в 2017 г.

Возраст	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
Открытого моря	—*	—*	20,3±0,1	28,8±0,5	32,1±0,8	35,6±0,7	39,5±1,1	45,6±1,8	60,1±1,5
Прибрежная	9,8±0,3	27,4±1,7	39,8±1,1	41,7±0,8	47,7±1,1	56,4±1,3	64,8±1,4	73,0±1,8	78,0±2,7

* Сеголетки и годовики сельди открытого моря не встречаются в промысловых уловах 26-го подрайона.

Таблица 4. Промыслово-биологические параметры сельди в 2011–2017 гг.

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ср. длина, см ± ст. ошибка	17,4±0,3	18,0±0,2	19,1±1,2	18,1±0,2	18,8±0,2	19,3±0,2	18,8±0,2
Ср. масса, г ± ст. ошибка	36,5±0,5	40,7±0,4	47,0±0,4	43,7±0,3	42,0±0,3	43,0±0,6	43,8±0,4
Ср. возраст, лет ± ст. ошибка	3,4±0,1	3,7±0,1	4,5±0,1	3,6±0,1	4,1±0,1	4,3±0,1	4,2±0,1
Вылов вида в 26-м подрайоне ИКЕС (исключая Вислинский)	3986,8	6344,1	6215,4	10425,5	13560,2	13159,3	10860,8

вылов сельди по-прежнему остается на высоком (для периода 2011–2017 гг.) уровне (табл. 4). По всей видимости, при снижении численности прибрежной сельди в уловах (рис. 4), группировка сельди открытого моря компенсирует её и способствует стабилизации вылова на определённом уровне в настоящее время. Вероятно, рост численности морской сельди в 26-м подрайоне в 2017 г. оказал влияние на сложившуюся промысловую обстановку в российской зоне и более низкий вылов вида по сравнению с 2016 г.

В 2013 г. ИКЕС были выполнены работы по оценке запаса сельди Центрального запаса Балтийского моря (25–27, 28,2, 29 + 32 подрайоны) отдельно для каждой группировки по данным России, Польши, Швеции, Латвии, Литвы и Финляндии. Анализ результатов показал отсутствие влияния полученных оценок на динамику величин всего запаса [ICES, 2013]. Тем не менее, важно дифференцировать уловы по входящим в них внутривидовым компонентам. Оценка численности запаса часто искусственно объединяет несколько её составляющих, что не всегда соответствует биологической структуре вида [Stephenson, 1999]. Для грамотного управления промыслом и глубокого понимания причин динамики вылова необходима информация о численности каждого компонента в уловах, т. к. они по-разному воспроизводятся, имеют различную возрастную структуру, чувствительность к отдельным абиотическим и биотическим факторам и по-разному отвечают на промысловое изъятие.

Выводы

1. Вылов балтийской сельди в 26-м подрайоне ИКЕС (исключая Вислинский (Калининградский) залив) стабильно увеличивался с 4,0 тыс. т в 2011 г. до 13,6 тыс. т в 2015 г., а в 2016–2017 гг. несколько снизился до 10,9 тыс. т.

2. Доля группировки сельди открытого моря в промысловых уловах в течение 2011–2017 гг. колебалась в пределах от 19 до 33%. Максимальное её количество было зафиксировано в 2016–2017 гг. (свыше 80 млн. экз., 26 и 33%, соответственно). Численность группировки увеличилась и остаётся на высоком для рассматриваемого периода уровне (вылов вы-

рос с 26 до 80 млн. экз., биомасса — с 1,9 до 3,8 тыс. т).

3. Численность прибрежной сельди в 2011–2013 гг. претерпевала существенные флуктуации — пиковые значения (2012 и 2014 гг.) перемежались снижениями её количества (2011 и 2013 гг.). В уловах 2014–2017 гг. она продемонстрировала тенденцию к снижению (количество уменьшилось с 224 до 128 млн. экз.). Биомасса группировки в промысловых уловах росла до 2015 г. (9,6 тыс. т), но в последние два года снизилась до 6,9 тыс. т.

4. Встречаемость и численность морской сельди изменились в сезонном аспекте за последние четыре года. В предыдущие десятилетия её пиковые значения отмечались в нагульный сезон, а в 2015–2017 гг. она стала более равномерно вылавливаться в течение всего года, ежеквартально составляя 30–40% уловов.

5. В течение рассматриваемого периода возрастной состав группировки сельди открытого моря значительно варьировал. В начале (2011–2012 гг.) доминировали 3–6-годовики, а особи старших возрастных групп (8+) были представлены незначительно. В середине периода преобладали особи 8 лет и старше. А в 2016–2017 гг. снова стали чаще встречаться 3–6-летние рыбы. Особенно многочисленными в уловах 2017 г. были представители урожайного поколения 2014 г. — трёхлетние особи (18%).

6. Группировка сельди открытого моря в настоящее время компенсирует снижение российских уловов доминирующей прибрежной сельди Южной Балтики в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря.

7. Влияния роста численности сельди открытого моря в промысловых уловах на средние размерно-возрастные параметры всей вылавливаемой в 26-м подрайоне ИКЕС балтийской сельди не выявлено.

Благодарность

Автор выражает свою искреннюю благодарность за помощь в определении возраста сельди Н.В. Красовской, а также И.В. Карпушевскому за ценные замечания при подготовке статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- Азерникова О.А. 1967. Естественные факторы колебаний численности беломорской сельди // Труды ВНИРО. Т. 62. С. 166–180.
- Алексеева Е.И., Алексеев Ф.Е., Константинов В.В. 2004. Особенности полового созревания и плодовитости прибрежной и морской экологических групп весеннерестящейся сельди Юго-Восточной Балтики // Труды АтлантНИРО. Т. 2. С. 54–66.
- Андреева А.П., Семенова А.В., Карпов А.К. 2009. Некоторые подходы к вопросу расовой подразделенности беломорской сельди *Clupea pallasii taris-albi* Berg // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов европейского севера. Петрозаводск, 05–08.10.2009 г. Петрозаводск: КНЦ РАН. С. 39–42.
- Бирюков Н.П. 1968. Биология основных промысловых рыб Балтийского моря и закономерности формирования их запаса. Автореф. дисс. ... док. биол. наук. Калининград: АтлантНИРО. 32 с.
- Ившина Э.Р. 2008. Основные черты биологии и современное состояние запасов сельди (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847) Юго-Западного Сахалина. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 19 с.
- Науменко Н.И. 2002. О росте тихоокеанской сельди // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 6. С. 140–145.
- Оявер Э.А. 1962. О различении сезонных рас салаки северо-восточной части Балтийского моря по отолитам // Изв. АН ЭССР. Т. 11, сер. биол., № 3. С. 193–207.
- Оявер Э.А. 1987. Балтийские сельди (биология и промысел). М.: Агропромиздат. 205 с.
- Труфанова И.С. 2014. Экологическая и размерно-возрастная структура российских промысловых уловов сельди балтийской (салаки) (*Clupea harengus tembras* L.) в 26-м подрайоне ИКЕС Балтийского моря в 1998–2013 годах // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010–2013 гг. Т. 1. Балтийское море и заливы. Калининград: Изд-во АтлантНИРО. С. 28–40.
- Труфанова И.С. 2015. Структура российских промысловых уловов сельди балтийской (салаки) (*Clupea harengus tembras* L.) 26-го подрайона ИКЕС Балтийского моря в 1992–2014 гг. // Мат. II науч. школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения И.Б. Бирмана. Тез. докл. Эвенигород: 19–25.04.2015 г. М.: Изд-во ВНИРО. 64 с.
- Федотова Е.А. 2009. Изменения в составе нерестовых популяций сельди (*Clupea harengus tembras* L.) в период 1996–2008 гг. в прибрежной части Литвы Балтийского моря // Тез. докл. X съезда ГБО РАН. Владивосток. 28 сентября — 02 октября 2009 г. Владивосток: Дальнаука. 417 с.
- Федотова Е.А., Тылик К.В. 2009. Изменение темпа роста балтийской сельди в экономической зоне Литвы Балтийского моря // Рыбное хозяйство. № 2. С. 62–64.
- Федотова Е.А. 2010. Промыслово-экологическая характеристика балтийской сельди (*Clupea harengus tembras* L.) в исключительной экономической зоне Литвы. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Калининград: КГТУ. 24 с.
- Феттер М.О., Апс Р.А., Круминя Р.К. 1988. О морфологической изменчивости отолитов годовиков весенней сельди Балтийского моря // Fischerei Forschung. Рыбохоз. исслед. ГДР и СССР в бассейне Балтийского моря. J. 26. Н. 2. Р. 24–28.
- Aro E. 1989. A review of fish migration patterns in the Baltic // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. V. 190. P. 72–96.
- Bierman S.M., Dickey-Collas M., van Damme C.J.G., van Overzee H.M.J., Pennock-Vos, M.G., Tribuhl S.V., Clausen L.A.W. 2010. Between-year variability in the mixing of North Sea herring spawning components leads to pronounced variation in the composition of the catch // ICES J. Mar. Sci. V. 67. P. 885–896.
- Burke N., Brophy D., King P.A. 2008. Otolith shape analysis: its application for discriminating between stocks of Irish Sea and Celtic Sea herring (*Clupea harengus*) in the Irish Sea // ICES J. Mar. Sci., 65. P. 1670–1675.
- Fetter M., Groth B., Kestner D., Wyshinski M. 1992. Guide for the use of Baltic herring otoliths in fisheries studies // Fischerei-Forschung. № 29. P. 18–42.
- Gröhsler T., Oeberst R., Schaber M., Larson N., Kornilov G. 2013. Discrimination of western Baltic spring-spawning and central Baltic herring (*Clupea harengus* L.) based on growth vs. natural tag information // ICES J. Mar. Sci. V. 70. № 6. P. 1108–1117.
- Grygiel W. 1987. Southern Baltic Herring: some remarks on morphological structure of otoliths // ICES CM 1987/J:415 p.
- Hatfield E., Simmonds J. 2002. Research into herring population structure // Pelagic news. October 2002. 2 pp.
- Hay D.E., Rose K.A., Schweighert J., Megrey B.A. 2008. Geographic variation in North Pacific herring populations // Progress in Oceanography. V. 77. Iss. 2. P. 233–240.

- ICES. 2013. Report of the Benchmark Workshop on Baltic Multispecies Assessments (WKBALT 2013), Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM:43. 399 p.
- ICES. 2017. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2017/ACOM:11.— 810 p.
- Kaleis M., Ojaveer E. 1989. Long-term fluctuations in environmental conditions and fish stocks in the Baltic // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 190. P. 153–158.
- Kompowski A. 1969. The types of otoliths in herring from the Southern Baltic // Prace Morskiego Instytutu Rybackiego. ICES CM 1969/H:12. 17 p.
- Parmanne R., Rechlin O., Sjöstrand B. 1994. Status and future of herring and sprat stocks in the Baltic Sea // Dana. V. 10. P. 29–59.
- Popiel J. 1958. Differentiation of the biological groups of herring in the Baltic // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. V. 143. P. 114–121.
- Popiel J. 1984. On the biology of the Baltic Herring // Reports of the Sea Fisheries Institute Gdynia. № 19. P. 1–7.
- Postuma K.H., Zijlstra J.J. 1958. On the distinction between herring races in the autumn and winter spawning herring of the North Sea and English Channel by means of the otoliths and an application of this Method in Tracing the Offspring of the Races along the Continental Coast of the North Sea // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 143 (2). P. 130–133.
- Rannak L. 1974. On the factors determining the abundance of recruitment in the spring spawning herring of the eastern Baltic // Rapp. P. — v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 166. P. 145–149.
- Stephenson R.L. 1999. Stock complexity in fisheries management: a perspective of emerging issues related to population subunits // Fisheries Research. 43. P. 247–249.

Поступила в редакцию 12.03.2018 г.
Принята после рецензии 09.07.2018 г.

Trudy VNIRO

2018. Vol. 171

Commercial species and their biology

Catch, abundance dynamics, and age structure of the open-sea Baltic herring in the ICES subdivision 26 in 2011–2017

I.S. Trufanova

Atlantic Fisheries Research Institute (FSBSI «AtlantNIRO»), Kaliningrad

The article represents an analysis of biostatistical materials of the Baltic herring *Clupea harengus membras* from Russian research surveys and commercial catches in the ICES subdivision 26th of the Baltic Sea in 2011–2017. Russian herring catches are consisted of two groups of spring-spawning herring which amount is more than 90%. Coastal herring has dominated in the catches during the whole study period. Also a significant contribution to the overall herring catch was made by the open-sea herring, the average annual proportion of which was approximately 25% in numbers. Recently, there was an increase in the number of the open-sea herring in Russian catches. The largest catch was recorded in 2012 (4.5 thousand tons, 76.1 million specimens) and 2016–2017 (more than 3.5 thousand tons and 80 million specimens annually). The catch of the dominant coastal group has increased from the minimal 1.9 (2011) to 9.6 thousand tons in 2015, and then declined to 6.9 thousand tons during the last two years. Last three years, open-sea herring consists 30–40% of herring catches every quarter, while earlier it was maximum represented only in catches of the third quarter. Age structure of this herring group has changed: 3–6-year-old fish (especially the 3-year-olds of the abundant year-class of 2014) prevailed in 2016–2017, while in 2013–2015 individuals of older age groups (8+ group) were more numerous. The average weight-at-age of the open-sea herring in all age groups is lower than weight-at-age of the coastal herring. We had not reveal the influence of the increasing number in open-sea herring on the average size and age parameters of all herring caught in the 26th subdivision in 2017.

Keywords: Baltic herring *Clupea harengus membras*, fishery, the Baltic Sea, abundance, age, catch.

REFERENCES

- Azernikova O.A. 1967. Estestvennyye faktory kolebanij chislennosti belomorskoj sel'di [Natural factors of the abundance dynamics of the White Sea Herring] // Trudy VNIRO. T. 62. S. 166–180.
- Alekseeva E.I., Alekseev F.E., Konstantinov V.V. 2004. Osobennosti polovogo sozrevaniya i plodovitosti pribrezhnoj i morskoy ehkologicheskikh grupp vesennenerest'yashchejsya sel'di Yugo-Vostochnoj Baltiki [Sex maturation and fecundity features of the coastal and open-sea ecological groups of herring in the South Eastern Baltic] // Trudy AtlantNIRO. T. 2. S. 54–66.
- Andreeva A.P., Semenova A.V., Karpov A.K. 2009. Nekotorye podkhody k voprosu rasovoj podrazdelenosti belomorskoj sel'di *Clupea pallasii maris-albi* Berg [Some approaches to the White Sea herring *Clupea pallasii maris-albi* Berg racial division] // Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov evropejskogo severa. Petrozavodsk, 05–08.10.2009 g. Petrozavodsk. KNTS RAN. S. 39–42.
- Biryukov N.P. 1968. Biologiya osnovnykh promyslovykh ryb Baltijskogo morya i zakonmernosti formirovaniya ikh zapasa. [Biology of the main commercial fish of the Baltic Sea and patterns of their stock formation] Avtoref. diss. ... dok. biol. nauk. Kaliningrad: AtlantNIRO. 32 s.
- Ivshina Eh.R. 2008. Osnovnye cherty biologii i sovremennoe sostoyanie zapasov sel'di (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847) Yugo-Zapadnogo Sakhalina. [The main biology features and modern state of the Herring stock] Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO. 19 s.
- Naumenko N.I. 2002. O roste tikhookeanskoj sel'di [On the Pacific Herring growth] // Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoj chasti Tikhogo okeana. Vyp. 6. S. 140–145.
- Oyaveer Eh.A. 1962. O razlichenii sezonnykh ras salaki severo-vostochnoj chasti Baltijskogo morya po otolitam [On the distinction between seasonal races of the Baltic herring by otoliths in the northeastern part of the Baltic Sea] // Izv. AN EHSSR. T. 11, ser. biol., № 3. S. 193–207.
- Oyaveer Eh.A. 1987. Baltijskie sel'di (biologiya i promysel). [The Baltic Herrings (biology and fishery)] M.: Agropromizdat. 205 s.
- Trufanova I.S. 2014. Ehkologicheskaya i razmerno-vozzrastnaya struktura rossijskikh promyslovykh ulovov sel'di baltijskoj (salaki) (*Clupea harengus membras* L.) v 26-m podrajone IKES Baltijskogo morya v 1998–2013 godakh [Ecological and age-length structure of the Russian commercial Baltic herring catches (*Clupea harengus membras* L.) in the ICES subdivision 26 of the Baltic Sea in 1998–2013] // Trudy AtlantNIRO. T. 1. S. 28–40.
- Trufanova I.S. 2014. Ehkologicheskaya i razmerno-vozzrastnaya struktura rossijskikh promyslovykh ulovov sel'di baltijskoj (salaki) (*Clupea harengus membras* L.) v 26-m podrajone IKES Baltijskogo morya v 1998–2013 godakh [Ecological and age-length structure of the Russian commercial Baltic herring catches (*Clupea harengus membras* L.) in the ICES subdivision 26 of the Baltic Sea in 1998–2013] // Promyslovo-biologicheskie issledovaniya AtlantNIRO v 2010–2013 gg. T. 1. Baltijskoe more i zalivy. Kaliningrad: Izd-vo AtlantNIRO. S. 28–40.
- Trufanova I.S. 2015. Struktura rossijskikh promyslovykh ulovov sel'di baltijskoj (salaki) (*Clupea harengus membras* L.) 26-go podrajona IKES Baltijskogo morya v 1992–2014 gg. [The structure of Russian commercial catches of the Baltic herring (Baltic herring) (*Clupea harengus membras* L.) in the 26th ICES subdivision of the Baltic Sea in 1992–2014] // Mat. II nauch. shkoly molodykh uchenykh i spetsialistov po rybnomu khozyajstvu i ehkologii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya I.B. Birmana. Tez. dokl. Zvenigorod: 19–25.04.2015 g. M.: VNIRO. 64 s.
- Fedotova E.A. 2009. Izmeneniya v sostave nerestovykh populyatsij sel'di (*Clupea harengus membras* L.) v period 1996–2008 gg. v pribrezhnoj chasti Litvy Baltijskogo morya [Changes in the herring (*Clupea harengus membras* L.) spawning populations composition in 1996–2008 in the coastal part of Lithuania of the Baltic Sea] // Tez. dokl. X s'ezda Gidrobiol. obshchestva RAN. Vladivostok 28 sentyabrya — 02 oktyabrya 2009 g. Vladivostok: Dal'nauka. 417 s.
- Fedotova E.A., Tylik K.V. 2009. Izmenenie tempa rosta baltijskoj sel'di v ehkonomicheskoy zone Litvy Baltijskogo morya [Fluctuation of rate of growth of the Baltic herring in the economic zone of Lithuania in the Baltic Sea] // Rybnoe khozyajstvo. № 2. S. 62–64.
- Fedotova E.A. 2010. Promyslovo-ehkologicheskaya kharakteristika baltijskoj sel'di (*Clupea harengus membras* L.) v isklyuchitel'noj ehkonomicheskoy zone Litvy. [Fishery and ecological characteristics of the Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) in the Lithuanian exclusive economic zone] Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Kaliningrad: KGTU. 24 s.
- Fetter M.O., Aps R.A., Kruminya R.K. 1988. O morfologicheskoy izmenchivosti otolotov godovikov vesennej sel'di Baltijskogo morya [On the morphological variability of the otoliths of the spring spawning herring yearlings in the Baltic Sea] // Fischerei Forschung. Rybokhoz. issled. GDR i SSSR v bassejne. Baltijskogo morya. J. 26. H. 2. P. 24–28.

- Aro E. 1989. A review of fish migration patterns in the Baltic // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. V. 190. P. 72–96.
- Bierman S.M., Dickey-Collas M., van Damme C.J.G., van Overzee H.M.J., Pennock-Vos, M.G., Tribuhl S.V., Clausen L.A.W. 2010. Between-year variability in the mixing of North Sea herring spawning components leads to pronounced variation in the composition of the catch // ICES J. Mar. Sci. V. 67. P. 885–896.
- Burke N., Brophy D., King P.A. 2008. Otolith shape analysis: its application for discriminating between stocks of Irish Sea and Celtic Sea herring (*Clupea harengus*) in the Irish Sea // ICES J. Mar. Sci., 65. P. 1670–1675.
- Fetter M., Groth B., Kestner D., Wyshinski M. 1992. Guide for the use of Baltic herring otoliths in fisheries studies // Fischerei-Forschung. № 29. P. 18–42.
- Gröhsler T., Oeberst R., Schaber M., Larson N., Kornilovs G. 2013. Discrimination of western Baltic spring-spawning and central Baltic herring (*Clupea harengus* L.) based on growth vs. natural tag information // ICES J. Mar. Sci. V. 70. № 6. P. 1108–1117.
- Grygiel W. 1987. Southern Baltic Herring: some remarks on morphological structure of its otoliths // ICES CM 1987/J:415 p.
- Hatfield E., Simmonds J. 2002. Research into herring population structure // Pelagic news. October 2002. 2 pp.
- Hay D.E., Rose K.A., Schweighert J., Megrey B.A. 2008. Geographic variation in North Pacific herring populations // Progress in Oceanography. V. 77. Iss. 2. P. 233–240.
- ICES. 2013. Report of the Benchmark Workshop on Baltic Multispecies Assessments (WKBALT 2013), Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM:43. 399 p.
- ICES. 2017. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2017/ACOM:11.— 810 p.
- Kaleis M., Ojaveer E. 1989. Long-term fluctuations in environmental conditions and fish stocks in the Baltic // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 190. P. 153–158.
- Kompowski A. 1969. The types of otoliths in herring from the Southern Baltic // Prace Morskiego Instytutu Rybackiego. ICES CM 1969/H:12. 17 p.
- Parmann R., Rechlin O., Sjöstrand B. 1994. Status and future of herring and sprat stocks in the Baltic Sea // Dana. V. 10. P. 29–59.
- Popiel J. 1958. Differentiation of the biological groups of herring in the Baltic // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. V. 143. P. 114–121.
- Popiel J. 1984. On the biology of the Baltic Herring // Reports of the Sea Fisheries Institute Gdynia. № 19. P. 1–7.
- Postuma K.H., Zijlstra J.J. 1958. On the distinction between herring races in the autumn and winter spawning herring of the North Sea and English Channel by means of the otoliths and an application of this Method in Tracing the Offspring of the Races along the Continental Coast of the North Sea // Rapp. P. — v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 143 (2). P. 130–133.
- Rannak L. 1974. On the factors determining the abundance of recruitment in the spring spawning herring of the eastern Baltic // Rapp. P. — v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 166. P. 145–149.
- Stephenson R.L. 1999. Stock complexity in fisheries management: a perspective of emerging issues related to population subunits // Fisheries Research. 43. P. 247–249.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Quantity of the material from the commercial trawls, individuals.

Table 2. Quantity of the material from the research surveys, individuals.

Table 3. Average weights-at-age (g ± standard error) of the coastal and open-sea. herring in 2017.

Table 4. Biological and fishing parameters of herring in 2011–2017.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. The research area — exclusive economic zone and territorial sea of Russian Federation of the ICES subdivision 26 of the Baltic Sea.

Fig. 2. The total catch of herring and the number of individuals of different groups in commercial fishery in 2011–2017

Fig. 3. Proportion of the open-sea herring in Russian commercial catches in 2011–2017, %

Fig. 4. Age composition of the open-sea herring in 2011–2017

Промысловые виды и их биология

УДК 597.553.1 (262.5)

Связь возрастного распределения ставриды и интенсивности свечения планктонного сообщества в прибрежных водах Гераклейского полуострова (Чёрное море)Е.Б. Мельникова¹, Н.С. Кузьмина²¹ Институт природно-технических систем (ФГБУН «ИПТС»), г. Севастополь² Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН (ФГБУН «ИМБИ РАН»), г. Севастополь

E-mail: helena _ melnikova@mail.ru, kunast@rambler.ru

Черноморская ставрида *Trachurus mediterraneus ponticus* является одним из массовых видов рыб пелагиали Чёрного моря. Рассмотрены межгодовые (2010–2015 гг.) изменения интенсивности свечения гидробионтов, характеризующие состояние фито- и зоопланктонного сообщества пелагиали, и определена его связь с возрастным распределением и темпами роста ставриды, обитающей в прибрежных водах юго-западного шельфа Крыма. Показано, что интенсивность свечения организмов в зимний период, характеризующая состояние планктонного сообщества пелагиали, определяет особенности его развития в последующие весенний и летний периоды и, как следствие этого, влияет на размерно-весовые характеристики и относительную возрастную численность особей ставриды в весенне-летний период в прибрежных водах Гераклейского п-ова. Изменения свечения организмов в зимний период и относительная численность годовиков и двухгодовиков в прибрежных водах характеризуются отрицательной корреляцией, то есть при уменьшении интенсивности свечения планктонного сообщества в зимний период возрастает относительное количество годовиков и двухгодовиков в весенне-летних уловах ставриды. Отмечается, что в годы, характеризующиеся в мае месяце более высокой интенсивностью свечения организмов, развитие ставриды происходит более интенсивно, особи ставриды хорошо растут и набирают вес. Это подтверждается достаточно высоким коэффициентом корреляции, который для ставриды разных возрастных групп находится в пределах $r=0,73-0,84$. Полученные результаты могут быть использованы в рыбопромысловой отрасли при прогнозировании возрастного состава и размерно-весовых характеристик ставриды в весенне-летних уловах.

Ключевые слова: интенсивность свечения, планктон, черноморская ставрида *Trachurus mediterraneus ponticus*, возрастные группы, вес, Чёрное море.

ВВЕДЕНИЕ

В исследованиях состояния морской биоты в водах Чёрного моря особое место занимает изучение сезонных изменений интенсивности

свечения морских гидробионтов и создаваемого ими в толще воды суммарного светового эффекта (называемого также биолюминесценцией), являющегося важным элементом

функционирования планктонного сообщества. В черноморской пелагиали насчитывается около 30 светящихся видов [Токарев, 2006; Мельникова, 2014]. Фитопланктон, в т. ч. и светящиеся виды, имеет непосредственное отношение к обоснованию роли первичной продукции в обеспечении кормовой базы промысловых ресурсов и, в первую очередь, пелагических рыб. На основании многолетних данных выявлена прямая зависимость между биомассой фитопланктона, формирующей первичную продуктивность черноморской пелагиали, и жирностью пелагических рыб, которая связана с их обеспеченностью пищей [Сафьянова, Ревина, 1967; Ткачева, Федорина, 1973; Шульман, Урденко, 1989; Черепанов и др., 2007; Kayali, 1998; Yankova et al., 2009].

Мониторинговые исследования являются информационной базой для оценки влияния абиотических и биотических факторов на состояние водных биоресурсов Чёрного моря. Известны работы [Токарев и др., 2000; Мельникова и др., 2012], посвященные выявлению связи характеристик светящихся гидробионтов с видовым разнообразием и распределением планктонных сообществ, влиянию абиотических и биотических факторов среды на интенсивность свечения организмов.

Особое место среди абиотических факторов, оказывающих влияние на обитателей пелагиали, принадлежит таким важным гидрологическим параметрам водной среды, как температура и солёность. Влияние температуры на гидробионтов может быть как непосредственным (перегрев или переохлаждение организмов), так и косвенным (изменение темпов роста, развития, пространственного распределения, кормовой базы, условий питания и т. д.). Изменения гидрологических параметров среды чётко прослеживаются на всех трофических уровнях пелагической экосистемы и, в т. ч., на состоянии и динамике численности черноморской ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* [Алеев, 1956], одним из массовых пелагических видов рыб.

Цель данного исследования — на основе изучения межгодовой (2010–2015 гг.) динамики состояния популяции ставриды и влияния на неё факторов среды показать связь возрастного распределения численности ставриды

и интенсивности свечения планктонного сообщества в прибрежных водах юго-западного шельфа Крыма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования сезонной и межгодовой вариативности вертикальной структуры интенсивности свечения планктонных организмов и отлов особей черноморской ставриды проводили в юго-западной части шельфа Крымского п-ова в прибрежных водах Гераклеяского п-ова: в акватории Севастопольской бухты, в районе бухт Константиновская, Александровская, Карантинная, Стрелецкая, на траверзе б. Песочная и Круглая (рис. 1).

Для анализа межгодовой изменчивости интенсивности свечения гидробионтов и изменения численности возрастной структуры ставриды были использованы данные за шестилетний период (2010–2015 гг.).

Вертикальные распределения интенсивности свечения гидробионтов, а также фоновые характеристики пелагиали исследовали методом батифотометрического зондирования, используя гидробиофизический комплекс «Сальпа-М» [Токарев и др., 2009]. Измерения на всех станциях проводили от поверхности до придонных глубин.

Отбор ихтиологических проб и их камеральную обработку проводили в соответствии с общепринятыми в практике ихтиологических исследований стандартными методами [Правдин, 1966]. В общей сложности проанализировано 3258 экз. Длину рыб измеряли с погрешностью, не превышающей 0,1 см. Выполняли промеры стандартной длины (расстояние от переднего конца рыла до конца позвоночника) с последующим объединением в размерные классы с интервалом 0,5 см. Во всех расчётах использовали только стандартную длину.

Весовые характеристики (массу тела) определяли взвешиванием на электронных весах Sartorius excellence E-2000D с погрешностью, не превышающей сотых долей грамма.

Возраст определяли по отолитам, анализ которых проводили под бинокулярным микроскопом МБС-10 при 16-кратном увеличении в проходящем свете после предварительного просветления в глицерине [Чугунова, 1952].

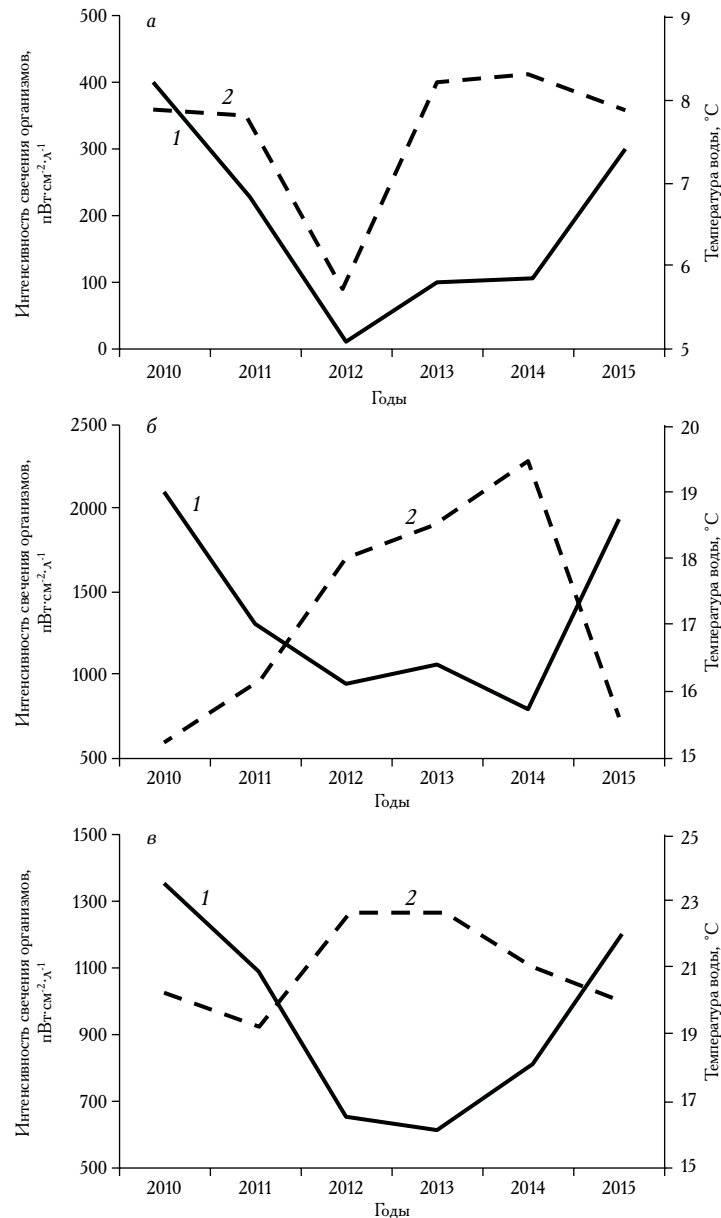


Рис. 2. Среднемесячная интенсивность свечения организмов (1) и температура воды (2) а — в зимний (январь-февраль); б — весенний (май); в-летний (июнь-июль) периоды 2010–2015 гг.

доли годового вылова ставриды именно в этот период.

В тёплые зимы (такие как в 2013 и 2014 гг.) ставрида продолжает питаться, передвигаясь в поисках корма, не образует устойчивых скоплений, поэтому она плохо облавливается. Уловы в тёплые зимы значительно снижаются.

В весенний период по мере прогревания воды в среднем до 15 °С (обычно такая температура характерна для мая месяца) начинается

подъём ставриды в верхние слои моря и миграция рыб к местам нагула и нереста.

Обеспеченность пищей ставриды, а также биологические процессы, особенности нагула и размножения в весенний период в значительной степени определяются характером предшествующего зимнего периода.

В годы с типичными зимами (2010, 2011 и 2015 гг.) вследствие ветровой активности происходило перемешивание вод и обогащение верхних слоев моря биогенными веществ-

вами, которые являются основой для развития фито- и зоопланктонных организмов. Быстрое весеннее развитие планктона в прибрежных водах Гераклеийского п-ова привело в мае месяце к повышению интенсивности свечения организмов почти в 6 раз по сравнению с зимним периодом (рис. 2б).

В районе бухт Гераклеийского п-ова за счёт небольших глубин весенний прогрев по всей толще воды происходит быстро. Среднемесячная температура воды в бухтах в мае месяце повысилась в среднем на 8 °С по сравнению с зимним периодом, солёность составила 17,78‰.

В мае месяце ставрида для нагула использует прибрежные районы. В частности, Р.М. Павловская [1973], Т.В. Дехник и Р.М. Павловская [1979] в своих работах отмечали, что икрометание ставриды в начале нерестового периода происходит в прибрежных водах, что влияет на характер колебания возрастной структуры [Архипов, 1993; Салехова, Гордина, 2005].

В мае месяце 2012 г. после холодной зимы произошёл резкий скачок температуры до 18 °С. Интенсивность свечения организмов в районе исследования значительно возросла (более чем в 80 раз) по сравнению с зимним периодом 2012 г., однако была в 2 раза ниже, чем в мае 2010–2011 гг., которые характеризовались типичными зимами. Весенний скачок температуры в большей степени повлиял на развитие кормовой базы и в меньшей степени — на нерест ставриды, который проходил практически так же, как в годы с типичными зимами.

Климатические условия 2013–2014 гг. в прибрежных водах Гераклеийского п-ова характеризовались относительно тёплым зимним и весенним периодами, средние температуры воды в январе–феврале и мае были выше средних многолетних (рис. 2а, б). В мае месяце 2013–2014 гг. наблюдался, прогрев температуры до 18,5–19,0 °С, солёность составляла 17,74–17,72‰. Тёплый весенний период положительно сказался как на нересте теплолюбивой ставриды, так и на выживании икры и развитии личинок и мальков.

Интенсивность свечения организмов в этот период была несколько выше, чем в мае

2012 г., но ниже, чем в годы с типичным зимним периодом.

В летний период в годы с типичной по температурным показателям зимой (2010, 2011 и 2015 гг.) температура в июне–июле в прибрежных водах исследуемого района в среднем составляла 20 °С, солёность 17,67‰.

Интенсивность свечения организмов в июне–июле в типичные годы уменьшилась в 1,5–2 раза по сравнению с весенним периодом, но была почти в 2 раза выше, чем в другие годы. В целом, в летний период в эти годы состояние фито- и зоопланктонного комплексов пелагиали было достаточно хорошим (по сравнению с холодной и тёплой зимой), что способствовало дальнейшему развитию кормовой базы в весенне-летний период этих годов. Такое развитие кормовой базы подтверждается более высокой интенсивностью свечения гидробионтных организмов как в зимний, так и весенний и летний периоды этих лет (см. рис. 2), по сравнению с годами, характеризующимися холодной и тёплой зимами. У ставриды основной период размножения и нагула — с мая по июль. Следует отметить, что в период нереста и после него ставрида продолжает активно питаться [Алеев, 1952; Павловская, 1973; Костюченко и др., 1979; Pora, 1979; Yankova et al., 2009], и её нагул продолжается до осени.

Рассмотрим, как изменялся возрастной состав ставриды в зависимости от температурных условий зимнего периода в исследуемые годы. На рис. 3 изображено относительное возрастное распределение ставриды в весенне-летних (май–июль) уловах в прибрежных водах Гераклеийского п-ова.

При хорошо развитой кормовой базе в годы с типичным зимним периодом (2010, 2011 и 2015 гг.) в прибрежных водах Гераклеийского п-ова в весенне-летний период присутствовали особи ставриды пяти возрастных групп: годовики, двух-, трёх-, четырёх- и пятигодовики, с преобладанием двух- и трёхгодовиков (более 60%) (рис. 3). Старшие возрастные группы (четырёх- и пятигодовики) составляли в уловах до 30% от общего количества рыб.

В год с холодной зимой (2012 г.) в июне–июле температура воды была на 2 °С выше, чем в годы с типичной зимой. Это не повлияло

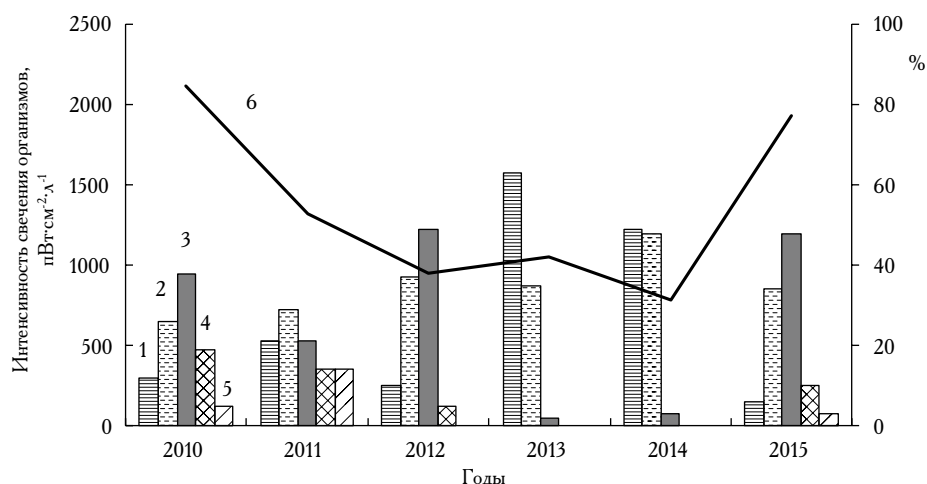


Рис. 3. Относительная численность возрастных групп ставриды и интенсивность свечения (6) организмов в весенне-летний период в прибрежных водах Гераклеийского п-ова:

1 — годовики; 2 — двухгодовики; 3 — трёхгодовики; 4 — четырёхгодовики; 5 — пятигодовики

на выживание икры, рост и развитие личинок ставриды, однако низкие зимние температуры отразились на развитии фито- и зоопланктонного комплекса. Интенсивность свечения планктонного сообщества в июне—июле 2012 г. уменьшилась в 1,6—1,8 раза по сравнению с летним периодом в типичные годы (рис. 2в), что характеризует уменьшение численности и биомассы кормового фито- и зоопланктона. Аналогичная ситуация наблюдалась и в летние периоды 2013 и 2014 гг. (годы с тёплым зимним периодом). В эти годы интенсивность свечения планктонного сообщества была в 1,5—2,0 раза ниже, чем в типичные годы, что характеризует (как и в годы с холодной зимой) уменьшение численности и биомассы кормового фито- и зоопланктона.

В суровые и тёплые зимы состояние фито- и зоопланктонного комплексов ухудшается и, как следствие этого, интенсивность свечения организмов в мае и летние месяцы снижается (см. рис. 2, 2012—2014 гг.), что указывает на недостаточно хорошее развитие кормового фито- и зоопланктона. В эти годы меняются соотношение численности и количество возрастных групп (рис. 3) по сравнению с годами с типичным зимним периодом.

Анализ показал, что в весенне-летний период холодного 2012 г. доля четырёхгодовиков значительно снизилась. Они составила лишь 5% от общей численности, пятигодовики от-

сутствовали. При этом относительная численность двух- и трёхгодовиков возросла, и они составили 85% от общей численности. Годовики составили 10%.

В тёплый зимний и весенний периоды 2013 и 2014 гг. количество возрастных классов ставриды в весенне-летний период сократилось по сравнению с типичными годами. В уловах практически отсутствовали старшие возрастные группы (четырёх- и пятигодовики). В возрастном распределении преобладали младшие возрастные группы — годовики и двухгодовики (суммарная относительная численность — более 95%), количество трёхгодовиков не превышало 3—4% (рис. 3).

Можно предположить, что при плохой обеспеченности пищей, наблюдавшейся в прибрежных водах в эти годы, старшие возрастные классы, спектр питания которых более широкий [Сафьянова, Ревина, 1967; Ткачева, Федорина, 1973; Костюченко и др., 1979] мигрировали из прибрежных районов в открытые участки моря.

Для определения влияния гидрологических условий водной среды в зимний период на биологическое состояние планктонного комплекса в последующие (весенний и летний) периоды и их влияния на возрастной состав ставриды был проведён расчёт коэффициента корреляции между интенсивностью свечения планктонного сообщества в январе-фев-

рале и относительным количеством годовиков и двухгодовиков в прибрежных водах Гераклейского п-ова в мае–июле. В результате расчёта были получены отрицательные коэффициенты корреляции:

для годовиков $r_1 = -0,45$ (уровень значимости $\alpha = 0,36$);

для двухгодовиков — $r_2 = -0,67$ (уровень значимости $\alpha = 0,13$).

Из этого следует, что при ухудшении состояния фито- и зоопланктонного комплексов, определяемого по интенсивности свечения гидробионтов, в прибрежных водах возрастает относительная численность особей ставриды младших возрастных групп (годовиков и двухгодовиков), что приводит к соответствующему уменьшению численности старших возрастных классов. И, наоборот, при хорошей кормовой базе (при увеличении интенсивности свечения организмов в зимний период) относительное количество четырёхгодовиков возрастает. Коэффициент корреляции положительный — $r_4 = 0,84$ (уровень значимости $\alpha = 0,03$). Следовательно, при хорошей обеспеченности пищей в прибрежных водах (в т. ч. и из-за подхода хамсы, являющейся основным пищевым объектом взрослой ставриды) присутствуют как младшие, так и старшие возрастные классы *Trachurus mediterraneus ponticus*.

Рассмотрим, как изменения кормовой базы, определяемой по интенсивности свечения планктонного сообщества, и изменения температуры морской воды в исследуемый период сказались на размерно-весовых характеристиках ставриды в водах Гераклейского п-ова в весенне-летний период.

В таблице приведены средние значения стандартной длины и массы ставриды и их среднеквадратические отклонения в возрастных группах в весенне-летний период 2010–2015 гг.

Из таблицы видно, что в годы с хорошо развитой кормовой базой (в годы с типичными зимами (2010, 2011 и 2015 гг.)) ставрида хорошо растёт и набирает вес.

Средний вес ставриды в эти годы возрастает, а в холодные и тёплые годы развитие ставриды происходит менее интенсивно. Так в годы с холодными зимами средний вес особей ставриды в среднем меньше на 17–30%, чем в типичные годы, а в тёплые годы — меньше примерно на 50%.

Был проведён расчёт коэффициента корреляции между изменением интенсивности свечения организмов в мае месяце в исследуемые годы и средним весом рыб в возрастных группах.

Расчёты показали, что для годовиков коэффициент корреляции составляет $r_1 = 0,84$ (уро-

Таблица. Средняя стандартная длина (*SL*) и масса (*W*) ставриды в возрастных группах в весенне-летний период (2010–2015 гг.)

Годы	Возрастные группы									
	1		2		3		4		5	
	<i>SL</i> ± <i>SD</i> , см	<i>W</i> ± <i>SD</i> , г	<i>SL</i> ± <i>SD</i> , см	<i>W</i> ± <i>SD</i> , г	<i>SL</i> ± <i>SD</i> , см	<i>W</i> ± <i>SD</i> , г	<i>SL</i> ± <i>SD</i> , см	<i>W</i> ± <i>SD</i> , г	<i>SL</i> ± <i>SD</i> , см	<i>W</i> ± <i>SD</i> , г
2010	10,8 ±0,91	14,95 ±3,01	11,8 ±0,59	19,91 ±2,72	12,5 ±0,72	24,18 ±4,56	13,8 ±0,93	32,13 ±5,59	14,9 ±0,67	38,55 ±4,38
2011	9,8 ±0,91	11,10 ±1,35	12,0 ±1,22	20,73 ±6,30	13,6 ±0,84	29,81 ±3,70	14,0 ±0,28	39,19 ±2,88	15,0 ±0,42	43,08 ±0,87
2012	9,7 ±0,07	10,14 ±0,93	10,9 ±0,46	15,38 ±1,84	11,6 ±0,36	18,09 ±2,33	12,7 ±0,13	25,13 ±1,53	—	—
2013	8,2 ±0,52	6,44 ±1,30	9,0 ±0,88	8,36 ±2,35	10,5 ±0,42	13,92 ±0,50	—	—	—	—
2014	8,1 ±0,30	6,01 ±0,75	9,1 ±0,43	7,82 ±1,27	10,4 ±0,35	11,72 ±1,77	—	—	—	—
2015	10,1 ±0,85	11,0 ±2,28	11,5 ±0,63	18,22 ±4,05	12,9 ±1,0	28,79 ±7,60	14,5 ±1,05	42,47 ±9,02	15,2 ±1,25	48,48 ±9,07

вень значимости $\alpha = 0,03$), для двухгодовиков $r_2 = 0,73$ (уровень значимости $\alpha = 0,08$), для трёхгодовиков $r_3 = 0,73$ (уровень значимости $\alpha = 0,08$). Т.е. изменение среднего веса особей ставриды в прибрежных водах Гераклеийского п-ова имеет достаточно высокий коэффициент корреляции с изменением интенсивности свечения организмов в этот период. В годы, в мае месяце которых наблюдается более высокая интенсивность свечения гидробионтов, средний вес особей ставриды в весенне-летних уловах возрастает.

Полученные коэффициенты корреляционной связи интенсивности свечения планктонного сообщества в зимний период и численности возрастных групп, а также интенсивности свечения гидробионтов с весовыми характеристиками ставриды в весенне-летний период подтверждают сделанные предположения о влиянии характера зимнего периода, определяемого по интенсивности свечения планктонного комплекса пелагиали, на рост и развитие ставриды, а также на её возрастной состав в весенне-летних уловах.

В ряде работ [Алеев, 1952; Ткачева, Федорина, 1973; Костюченко и др., 1979; Шульман, Урденко, 1989; Архипов, 1993; Poga, 1979] отмечено, что численность популяций промысловых рыб Чёрного моря зависит от ряда факторов и, в значительной степени, от обеспеченности кормом. Колебание величины продукции планктона вызывает изменения запасов планктоноядных рыб и хищников, питающихся преимущественно планктонофагами. Закономерности изменений темпа роста в зависимости от условий среды в разные годы были изучены для ставриды в ряде работ [Сафьянова, Ревина, 1967; Ткачева, Федорина, 1973; Архипов, 1993; Зуев, Мельникова, 2003; Салехова, Гордина, 2005; Кузьминова, 2016]. В этих работах показано, что темп роста ставриды зависит от особенностей развития фито- и зоопланктона. В годы с высокой продуктивностью кормового фито- и зоопланктона возрастает темп роста ставриды всех возрастных групп и увеличивается численность поколений. В малопродуктивные годы состояние популяций ставриды ухудшается: снижается упитанность и темп роста, уменьшается численность и биомасса популяций.

Наши исследования при этом показали, что биологическое состояние планктона и его продукция могут быть оценены по интенсивности свечения планктонного сообщества в зимний и весенний периоды и, как следствие этого, изучение интенсивности свечения организмов в зимний и весенний периоды может быть использовано для предсказания возрастного состава и размерно-весовых характеристик ставриды в весенне-летних уловах. Эти результаты могут быть использованы в рыбопромысловой отрасли.

Выводы

1. Интенсивность свечения организмов, характеризующая состояние планктонного сообщества пелагиали, в зимний период определяет особенности его развития в последующие весенний и летний периоды и, как следствие, влияет на размерно-весовые характеристики и относительную возрастную численность особей ставриды в весенне-летний период в прибрежных водах Гераклеийского п-ова.

2. Изменения свечения организмов в зимний период и относительная численность годовиков и двухгодовиков в прибрежных водах характеризуются отрицательным коэффициентом корреляции, т. е. при уменьшении интенсивности свечения планктонного сообщества в зимний период возрастает относительное количество годовиков и двухгодовиков в весенне-летних уловах ставриды.

3. В годы, характеризующиеся в мае более высокой интенсивностью свечения организмов, развитие (увеличение размера и веса) ставриды происходит более интенсивно. Коэффициент корреляции со средним весом особей ставриды разных возрастных групп находится в пределах $r = 0,73 - 0,84$.

Работа выполнена:

— по госбюджетной теме ИПТС № 0012–2016–0005 «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера-криосфера и антропогенного воздействия», руководитель направления — д. г. н. Воскресенская Е.Н.;

— по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (регистрационный номер НИОКТР: АААА-А18-118020890074-2, дата регистрации 08/02/2018).

ЛИТЕРАТУРА

- Алеев Ю.Г. 1952. Ставрида Чёрного моря. Симферополь: Крымиздат. 24 с.
- Архипов А.Г. 1993. Оценка численности и особенности распределения промысловых рыб Чёрного моря в раннем онтогенезе // Вопросы ихтиологии. Т. 33. Вып. 4. С. 511–521.
- Дехник Т.В., Павловская Р.М. 1979. Сезонные изменения видового состава, распределения и численности ихтиопланктона // Основы биологической продуктивности Чёрного моря. Киев: Наукова думка. С. 268–272.
- Зуев Г.В., Мельникова Е.Б. 2003. Эколого-географическая гипотеза происхождения крупной черноморской ставриды (Carangidae, Pisces) // Мор. экол. журн. Т. 2. Вып. 1. С. 59–73.
- Костюченко В.А., Сафьянова Т.Е., Ревина Н.А. 1979. Ставрида // Сырьевые ресурсы Чёрного моря. М.: Пищ. пром-ть. С. 92–130.
- Кузьмина Н.С. 2016. Состояние массовых видов черноморских рыб, отловленных в бухтах с разным уровнем антропогенной нагрузки в современный период // Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / [отв. ред. И.И. Руднева]. М.: ГЕОС. 360 с.
- Мельникова Е.Б. 2014. Биолуминесценция в функционировании экосистем пелагиали Чёрного моря. Киев: Фитосоцицентр. 175 с.
- Мельникова Е.Б., Токарев Ю.Н., Лямина Н.В. 2012. Сезонные изменения интенсивности поля биолуминесценции в прибрежных водах г. Севастополя (Чёрное море) // Мор. экол. журн. Т. № 4. С. 55–63.
- Павловская Р.М. 1973. Особенности биологии размножения летнерестящихся рыб Чёрного моря и некоторые причины колебаний их численности // Труды ВНИРО. Т. 91. С. 33–45.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть. 375 с.
- Рокицкий П.Ф. 1961. Основы вариационной статистики для биологов. Минск. 221 с.
- Салехова Л.П., Гордина А.Д. 2005. О современном состоянии Крымской популяции черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus*) у юго-западного побережья Крыма // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск «Гідроекологія». № 4 (27). С. 207–208.
- Сафьянова Т.Е., Ревина Н.И. 1967. Рост мелкой ставриды в восточной части Чёрного моря // Рыбное хозяйство. № 6. С. 8–10.
- Ткачева К.С., Федорина А.И. 1973. О роли зоопланктона в прогнозировании динамики численности планктоноядных рыб Чёрного моря // Труды ВНИРО. Т. 91. С. 61–67.
- Токарев Ю.Н. 2006. Основы биофизической экологии морских организмов. Севастополь: ИнБюм НАН Украины. 342 с.
- Токарев Ю.Н., Битюков Э.П., Василенко В.И., Соколов Б.Г. 2000. Поле биолуминесценции — характерный показатель структуры планктонного сообщества Чёрного моря // Экология моря. № 53. С. 20–25.
- Токарев Ю.Н., Василенко В.И., Жук В.Ф. 2009. Новый гидробиофизический комплекс для экспрессной оценки состояния прибрежных экосистем // Современные методы и средства океанологических исследований: Материалы XI Международной научно-технической конференции, «МСОИ-2009». М. Ч. 3. С. 23–27.
- Черепанов О.А., Левин Л.А., Утюшев Р.Н. 2007. Связь биолуминесценции с биомассой и численностью светящегося и всего планктона. 2. Чёрное море // Мор. экол. журн. Т. 6. Вып. 3. С. 84–89.
- Чугунова Н.И. 1952. Методика изучения возраста и роста рыб. М.: Сов. Наука. 224 с.
- Шульман Г.Е., Урденко С.Ю. 1989. Продуктивность рыб Чёрного моря. Киев: Наукова думка. 188 с.
- Kayali E. 1998. Some population parameters and feeding ecology of mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindchner, 1868) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758), Ph.D. Thesis, KTU, Institute of Sci. and Tech. Trabzon. 197 p.
- Pora E. 1979. Le chinchard de la Mer Noire (*Trachurus mediterraneus ponticus*), étude monographique. Institut roumain de recherches marines, Constanta (Roumanie). 753 p.
- Yankova M., Pavlov D., Raykov V. 2009. Population dynamics of horse-mackerel (*Trachurus mediterraneus*), as a valuable economic species for the Bulgarian Black Sea coast. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI — Food Technology, New Series Year III (XXXII), Paper presented at the International Symposium Euro — aliment 2009, 9th — 10th of October 2009, Galati — Romania.

Поступила в редакцию 11.04.2018 г.
Принята после рецензии 15.06.2018 г.

Commercial species and their biology

Relationship between the age distribution of horse mackerel and the intensity of the glow in the plankton community in the coastal waters of the Heracleian Peninsula (Black Sea)

E.B. Melnikova¹, N.S. Kuzminova²

¹ Institute of Natural and Technical Systems (FSBSI «INTS»), Sevastopol

² A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS (FSBSI «IMBR RAS»), Sevastopol

The Mediterranean horse mackerel *Trachurus mediterraneus ponticus* is one of the mass fish species in the pelagic of the Black Sea. Studying of the interannual (2010–2015) changes in the intensity of the glow of the hydrobionts, which characterizes the state of the phyto- zooplankton community of the pelagial, was carried out and its relation to the age distribution and growth rates of the horse mackerel inhabiting the coastal waters of the southwestern shelf of the Crimea (the Black Sea) was found. It is shown that the intensity of glow of organisms in winter that characterizes the state of the plankton community of the pelagic determines the features of its development in the subsequent spring and summer periods and, as a consequence, affects the size and weight characteristics and the relative number of age groups of the mackerel in the spring-summer period in the coastal waters of the Heracleian peninsula. It was obtained that changes in the glow of organisms in winter and the relative number of yearlings and two-year-olds in coastal waters are characterized by a negative correlation coefficient, that is, when the intensity of the glow of the plankton community decreases in the winter period, the relative number of yearlings and two-year-olds increases in spring-summer catches of horse mackerel. It is noted that in the years characterized by a higher intensity of glow of organisms in May, the development of horse mackerel is more intense and in these years the individuals of horse mackerel grow well and gain weight. This is confirmed by a rather high correlation coefficient, which for horse mackerel of different age groups is within $r=0,73-0,84$. The obtained results can be used in the commercial fishing in predicting the age composition and size and weight characteristics of horse mackerel in spring-summer catches.

Keywords: intensity of glow, plankton, horse mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus*, age, body weight, Black Sea.

REFERENCES

- Aleev Yu.G.* 1952. Stavrida Chyornogo morya [Stavrida of the Black Sea]. Simferopol': Krymizdat. 24 s.
- Arhipov A.G.* 1993. Ocenka chislennosti i osobennosti raspredeleniya promyslovyh ryb CHyornogo morya v rannem ontogeneze [Estimation of abundance and features of distribution of profish fish of the Black Sea in early ontogenesis] // Voprosy ihtiologii. T. 33, vyp. 4. S. 511–521.
- Dekhnik T.V., Pavlovskaya P.M.* 1979. Sezonnnye izmeneniya vidovogo sostava, raspredeleniya i chislennosti ihtio planktona [Seasonal changes in the species composition, distribution and abundance of ichthyoplankton] // Osnovy biologicheskoy produktivnosti Chyornogo morya. Kiev: Naukova dumka. S. 268–272.
- Zuev G.V., Mel'nikova E.B.* 2003. Ekhologo-geograficheskaya gipoteza prois-hozhdeniya krupnoj chernomorskoj stavridy (Sarangidae, Pisces) [Ecological-geographical hypothesis of the origin of the large Black Sea horse mackerel (Carangidae, Pisces)] // Mor. ehkol. zhurn. T. 2. Vyp. 1. S. 59–73.

- Kostyuchenko V.A., Saf'yanova T.E., Revina N.A.* 1979. Stavrida [Stavrida] // Syr'evye resursy Chyornogo morya. M.: Pishchevaya promyshlennost'. S. 92–130.
- Kuz'minova N.S.* 2016. Sostoyanie massovyh vidov chernomorskih ryb, otlovlennyh v buhtah s raznym urovnem antropogennoj nagruzki v sovremennyj period [The state of mass species of Black Sea fishes, abandoned in bays with different levels of anthropogenic load in the modern period] // Ekhkotsikologicheskie issledovaniya pribrezhnoj chernomorskoj ihtiofauny v rajone Sevastopolya / [otv. red. I.I. Rudneva]. M.: GEOS. 360 s.
- Mel'nikova E.B.* 2014. Bioluminescenciya v funkcionirovanii ehkosisistem pelagiali Chernogo morya [Bioluminescence in the functioning of Black Sea pelagic ecosystems]. Kiev: Fitosociocentr. 175 s.
- Mel'nikova E.B., Tokarev Yu.N., Lyamina N.V.* 2012. Sezonnnye izmeneniya intensivnosti polya bioluminescencii v pribrezhnyh vodah g. Sevastopolya (Chernoje more) [Seasonal changes in the intensity of the bioluminescence field in the coastal waters of the city of Sevastopol (Black Sea)] // Mor. ehkolog. zhurn. T. № 4. S. 55–63.
- Pavlovskaya P.M.* 1973. Osobennosti biologii razmnozheniya letnenerestya-shchihsya ryb Chyornogo morya i nekotorye prichiny kolebanij ih chislennosti [Peculiarities of the biology of reproduction of summer-resting fishes of the Black Sea and some reasons for the fluctuations in their numbers] // Trudy VNIRO. T. 91. S. 33–45.
- Pravdin I.F.* 1966. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Guide to the study of fish]. M.: Pishch. promt'. 375 s.
- Rokickij P.F.* 1961. Osnovy variacionnoj statistiki dlya biologov [Foundations of Variational Statistics for Biologists]. Minsk. 221 s.
- Salekhova L.P., Gordina A.D.* 2005. O sovremennom sostoyanii Krymskoj populyacii chernomorskoj stavridy (*Trachurus mediterraneus ponticus*) u yugozapadnogo poberezh'ya Kryma [On the current state of the Crimean population of the Black Sea horse mackerel (*Trachurus mediterraneus ponticus*) off the south-western coast of the Crimea] // Naukovi zapiski Ternopil's'kogo nacional'nogo pedagogichnogo universitetu imeni Volodimira Gnatyuka. Seriya: Biologiya. Special'nij vipusk «Gidroekologiya». № 4 (27). S. 207–208.
- Saf'yanova T.E., Revina N.I.* 1967. Rost melkoj stavridy v vostochnoj chasti Chyornogo morya [Growth of small horse mackerel in the eastern part of the Black Sea] // Rybnoe hozyajstvo. № 6. S. 8–10.
- Tkacheva K.S., Fedorina A.I.* 1973. O roli zooplanktona v prognozirovanii dinamiki chislennosti planktonoyadnyh ryb Chernogo morya [About the role of zooplankton in predicting the dynamics of abundant plankton-eating fish of the Black Sea] // Trudy VNIRO. T. 91. S. 61–67.
- Tokarev YU.N.* 2006. Osnovy biofizicheskoy ehkologii morskikh organizmov [Fundamentals of biophysical ecology of marine organisms]. Sevastopol': InByum NAN Ukrainy. 342 s.
- Tokarev Yu.N., Bitjukov Eh.P., Vasilenko V.I., Sokolov B.G.* 2000. Pole bioluminescencii — harakternyj pokazatel' struktury planktonnogo soobshchestva Chernogo morya [The field of bioluminescence is a characteristic indicator of the structure of the plankton community of the Black Sea] // Ehkologiya morya. № 53. S. 20–25.
- Tokarev YU.N., Vasilenko V.I., ZHuk V.F.* 2009. Novyj gidrobiologicheskij kompleks dlya ehkspressnoj ocenki sostoyaniya pribrezhnyh ehkosisistem [A new hydrobiophysical complex for the rapid assessment of the state of coastal ecosystems] // So-vremennyye metody i sredstva okeanologicheskikh issledovanij: Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheckoy konferenciy, «MSOI-2009». M. CH.3. S. 23–27.
- Cherepanov O.A., Levin L.A., Utyushev R.N.* 2007. Svyaz' bioluminescencii s biomassoju i chislennost'yu svetyashchegosya i vsego planktona. 2. Chernoe more [The relationship of bioluminescence with biomass and the number of luminous and all plankton. 2. The Black Sea] // Mor. ehkol. zhurn. T. 6. Vyp 3. S. 84–89.
- Chugunova N.I.* 1952. Metodika izucheniya vozrasta i rosta ryb [A technique for studying the age and growth of fish]. M.: Sov. Nauka. 224 s.
- Shul'man G.E., Urdenko S. Yu.* 1989. Produktivnost' ryb Chyornogo morya [Productivity of the fish of the Black Sea]. Kiev: Naukova dumka. 188 s.
- Kayali E.* 1998. Some population parameters and feeding ecology of mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindchner, 1868) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758), Ph.D. Thesis, KTU, Institute of Sci. and Tech. Trabzon. 197 p.
- Pora E.* 1979. Le chinchard de la Mer Noire (*Trachurus mediterraneus ponticus*), étude monographique. Institut roumain de recherches marines, Constanta (Roumanie). 753 p.
- Yankova M., Pavlov D., Raykov V.* 2009. Population dynamics of horse-mackerel (*Trachurus mediterraneus*), as a valuable economic species for the Bulgarian Black Sea coast. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI — Food Technology, New Series Year III (XXXII), Paper presented at the International Symposium Euro — aliment 2009, 9th — 10th of October 2009, Galati — Romania.

TABLE CAPTIONS

Table. Average standard length (SL) and weight (W) of horse mackerel in the age groups in the spring-summer period of 2010–2015 years.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. The study area.

Fig. 2. The average monthly intensity of glow organisms (1) and the water temperature (2) a — in the winter (January-February); b — in the spring (May); b — in the summer (June-July) in the 2010–2015 years.

Fig. 3. Relative quantity of the age groups and the intensity of the glow (6) of organisms in the spring-summer period in the coastal waters of the Herakleian peninsula: 1 — yearlings, 2 — two-year-olds, 3 — three-year-olds, 4 — four-year-olds, 5 — five-year-olds

Промысловые виды и их биология

УДК 597.587.9:597–113.4(268.45)

Современная характеристика роста чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

Е.Н. Кузнецова, Н.П. Антонов, О.А. Мазникова, А.О. Трофимова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: kuz@vniro.ru

Проведено исследование биологического состояния тихоокеанского чёрного палтуса по материалам донной съёмки, выполненной на НИС «ТИНРО» в 2015 г. в северо-западной части Берингова моря. Рассмотрены размерно-возрастные характеристики скоплений палтуса в зависимости от глубины поймки. Дана характеристика темпа его линейного и весового роста, проанализирована изменчивость в соотношении полов в зависимости от размеров и возраста. Для чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря характерно отчётливо выраженное увеличение размерно-возрастных показателей с глубиной. Наиболее высокий темп линейного роста у палтуса наблюдается в первые годы жизни, затем несколько снижается. Темп весового роста с возрастом увеличивается, у самок более выражено, чем у самцов. Начало полового созревания чёрного палтуса в северо-западной части Берингова моря приходится на возраст 5 лет, массового созревания самцы палтуса достигают в возрасте 8 лет, самки — в возрасте 10 лет. Самцы в массе созревают на 2 года раньше и значительно раньше самок выбывают из состава популяции. Крупные старшевозрастные рыбы представлены только самками. Сравнительный анализ полученных результатов с представленными в литературе показал сходство линейного роста палтуса северо-западной части Берингова моря и палтуса тихоокеанских вод Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских о-вов. По параметрам уравнения зависимости «длина-масса» чёрный палтус северо-западной части Берингова моря близок к палтусу восточной части Берингова моря и Алеутских о-вов.

Ключевые слова: чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, Берингово море, возраст, темп роста, длина, соотношение полов.

ВВЕДЕНИЕ

Тихоокеанский чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* Jordan et Snyder, 1901 является ценнейшим объектом российского промысла. В северной части Тихого океана его ареал охватывает Охотское и Берингово моря, подводные склоны Курильских и Алеутских о-вов [Новиков, 1974;

Фадеев, 1987; Alton et al, 1988]. На север он распространён до Берингова пролива, а молодёжь отмечается в южных [Новиков, 1974; Alton et al., 1988] и даже центральных районах Чукотского моря [Дьяков, 1985]. Вдоль американского побережья южной границей распространения чёрного палтуса является Бристольский залив.

В Беринговом море чёрный палтус встречается повсеместно на шельфе и материковом склоне, основные скопления образуются на материковом склоне и в нижней части шельфа от пролива Уникак до мыса Олюторский [Шунтов, 1965, 1971; Фадеев, 1987]. Общий батиметрический диапазон его обитания занимает полосу мелководья и материкового склона с глубинами от 20 до 1700 м. В Западно-Берингоморской зоне основные скопления палтуса распределяются на глубинах 320–420 м на севере Олюторско-Наваринского района. На восточном побережье Камчатки, а также в тихоокеанских водах Северных Курильских о-вов наибольшие концентрации палтуса приурочены к глубинам 300–450 м [Науменко, Давыдов, 2003].

Вопросы биологии чёрного палтуса рассматривались во многих работах [Вернидуб, Панин, 1937; Новиков, 1974; Фадеев, 1987; Булатов, 1983, 1994; Пальм и др., 1999; Дьяков, 2014; Alton et al., 1988; Kodolov, Matveychuk, 1995; и др.], однако наиболее детально изучена биология чёрного палтуса Охотского моря [Николенко, 1998]. В большинстве работ, посвящённых палтусу западной части Берингова моря, представлена информация по промыслу, пространственному и батиметрическому распределению [Дьяков, 2011; Пальм и др., 1999; Шунтов, 1965, 1966, 1971; Мазникова и др., 2018; и др.]. Сведения о возрасте и росте тихоокеанского чёрного палтуса в литературе весьма ограничены, кроме того, имеющиеся работы основаны на материалах, собранных в 90-е и более ранние годы прошлого столетия.

Камбаловые виды характеризуются выраженным половым диморфизмом, особенно это касается таких крупных рыб как палтусы. Разница в предельных размерах между самцами и самками палтусов достигает 11,4–30,1% [Фадеев, 1986]. Следовательно, различия в общей биомассе в зависимости от соотношения полов в промысловом стаде могут достигать очень высоких значений. Поэтому знания об особенностях роста самцов и самок, соотношении полов по размерным и возрастным группам необходимо учитывать в прогностических оценках, определении промысловой меры и рациональной эксплуатации запасов вида.

Для чёрного палтуса характерно раздельное обитание разных размерно-возрастных групп. Молодые рыбы распределяются в пределах шельфа, по достижении 3–4 года они переходят к обитанию на материковом склоне, с возрастом перемещаясь на большие глубины [Шунтов, 1971]. Для того чтобы проанализировать темп роста чёрного палтуса, необходим материал, охватывающий широкий диапазон глубин, что возможно реализовать только при выполнении комплексных исследований в районах массового обитания вида. В данной работе использован материал, собранный в период проведения донной траловой съёмки в летний период 2015 г. Съёмкой обследованы глубины от 20 до 780 м. Палтус в уловах был представлен особями от 6 до 94 см, что достаточно для целей данного исследования. Ранее Ю.П. Дьяков [2016] в работе, посвящённой анализу размерно-половой структуры камбаловых видов рыб, указывал на отсутствие материалов по палтусу длиной менее 47 см из западной части Берингова моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу настоящей работы положен материал, собранный в северо-западной части Берингова моря в рамках комплексной экспедиции ФГБНУ «ТИНРО-Центр» и ФГБНУ «ВНИРО» на НИС «ТИНРО» в период с 22 июня по 8 августа 2015 г. Донная съёмка выполнена тралом ДТ/ТВ 27,1/24,4 с мягким грунтропом (поводцы 15 см и двойная цепь — 150 кг) с горизонтальным раскрытием 16 м. Скорость тралений варьировала в пределах 2,5–3,5 узла, составив в среднем 3 узла. Стандартная продолжительность тралений — 30 минут. Исследования шельфа и свала глубин проводились по заранее намеченным разрезам и сетке станций с охватом глубин от 20 до 781 м. Обследованная площадь дна составила 164,56 тыс. км². Построение карты пространственного распределения палтуса ($FL > 22$ см) выполнено посредством программного обеспечения Surfer 13 (Golden Software). Статистическая обработка данных выполнена в MS Access и Excel (Microsoft Corporation, 2016).

Биологическому анализу подвергнуто 1091 экз. палтуса, возраст определён у 974 рыб.

Определение возраста осуществлялось по поперечному слою отолитов, проходящему через отшлифованное и прокалённое ядро [Chilton, Beamish, 1982]. Возраст указан как число полных лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В июне-августе 2015 г. в пределах исследованной акватории Олюторско-Наваринского района чёрный палтус встречался вдоль всей верхней части материкового склона, с постепенным нарастанием плотности скоплений к глубинам 300–500 м (рис. 1). Максимальные по плотности скопления рыб более 22 см были отмечены на глубине 341 м (10,5 т/км² и 16,44 тыс. экз/км²). В Анадырском заливе чёрный палтус встречался преимущественно в центральной и южной его частях на глубинах более 50 м. Распределение палтуса характеризовалось равномерным увеличением скоплений средней плотности к глубинам более 100 м. Основные его скопления были сосредоточены на глубине около 116 м (2,37 т/км² и 2,6 тыс. экз/км²).

В уловах были представлены особи чёрного палтуса длиной от 6 до 94 см (рис. 2). Кривые размерного ряда самцов и самок различались. У самцов наблюдается положительный эксцесс распределения по размерам, около 80% особей находятся в диапазоне 41–70 см, причём около 50% составляют особи 45–55 см, средние и модальные размеры практически совпадали, составив 50,1 см и 50–51 см, соответственно. У самок распределение ближе к нормальному с правосторонней асимметрией. Около 73% особей распределялись в диапазоне от 41 до 75 см, средняя длина составила 52,9 см, модальные размеры — 50–52 см и 72–75 см. Длина ювенильных особей колебалась от 6 до 28 см, модальная длина — 11–12 см.

Размерный состав уловов чёрного палтуса зависит от глубины лова, сезона и селективности орудий лова, кроме того, имеются межгодовые различия. В 50-е гг. прошлого столетия средняя длина чёрного палтуса в уловах в северо-западной части Берингова моря колебалась в пределах 53–69 см [Новиков, 1960]. По данным за 1954–1980 гг. в уловах преобла-

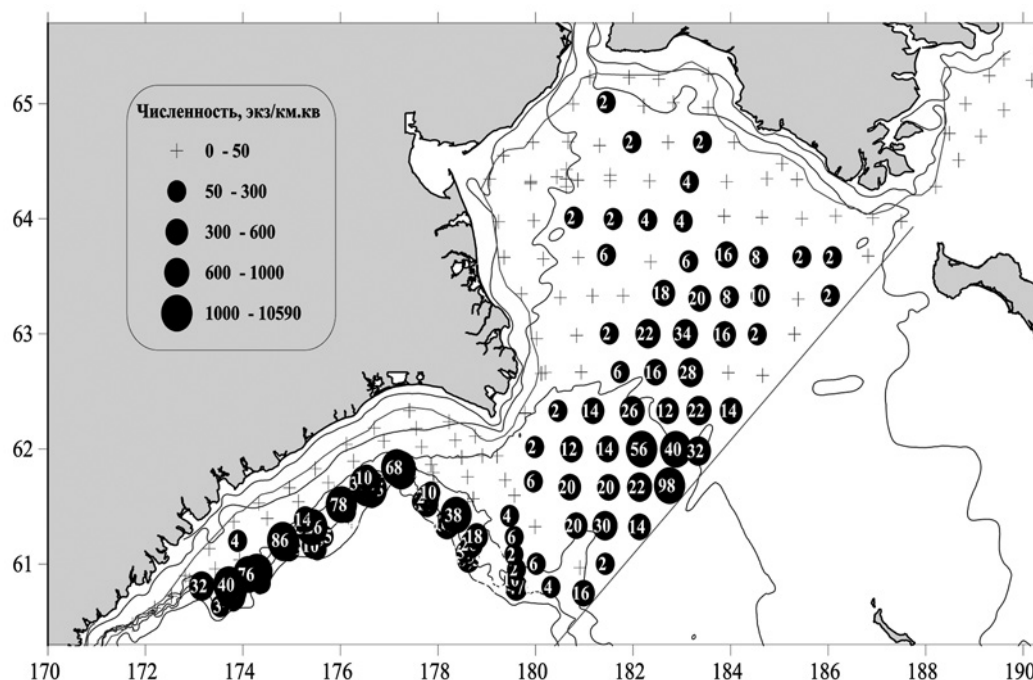


Рис. 1. Распределение чёрного палтуса в северо-западной части Берингова моря в июле-августе 2015 г. Цифры — улов, экз/час. Нанесена разделительная линия морских пространств Россия-США

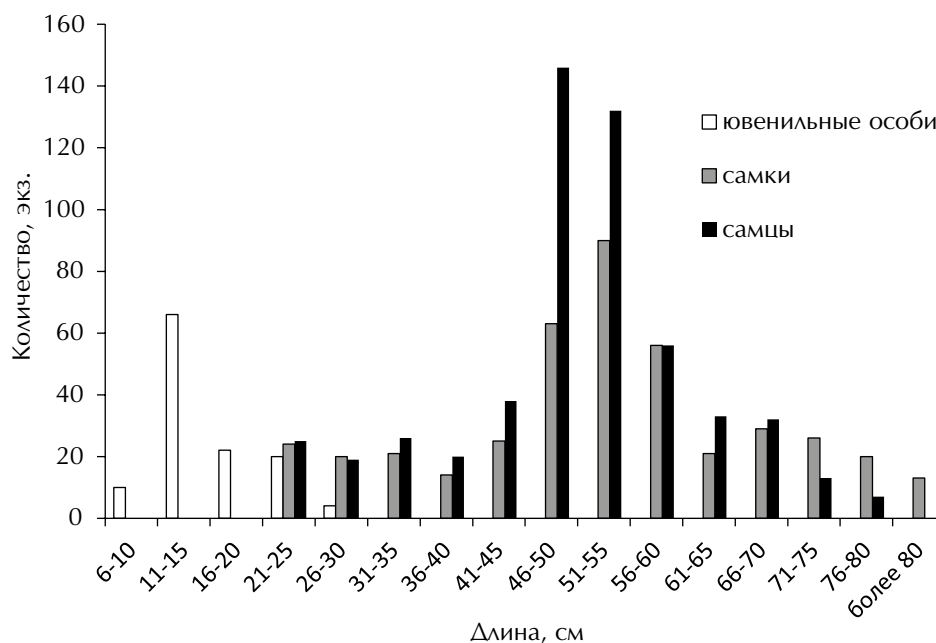


Рис. 2. Размерный состав и соотношение полов чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря по размерным группам

дали особи длиной 51–79 см [Фадеев, 1987]. В 1997 г. в северо-западной части моря средняя длина самцов составляла 69,7–71,7 см, а средняя длина самок — от 77,6 до 83,8 см [Пальм и др., 1999]. Поэтому представленные в литературе сведения о средних и преобладающих размерах чёрного палтуса в Беринговом море весьма разнятся и их сравнительный анализ не совсем корректен.

Большое значение в межгодовой и межсезонной динамике изменений размерно-весовых показателей играет характер миграций, связанный с перемещением палтуса вдоль материкового склона при образовании нагульных и нерестовых скоплений. Постепенный отход палтусов по мере их роста на большие глубины определяет увеличение их средних размеров в уловах с глубиной. Однако данная тенденция прослеживается не во всех районах обитания палтуса. По данным Мухаметова [2014], в западной части Берингова моря какое-либо изменение размерного состава с глубиной не наблюдается, в отличие от островного склона Северных Курил. Исследования, выполненные в Охотском море, показали, что увеличение линейных размеров с глубиной отчётливо выражено не по всему морю, а лишь в отдельно взятых районах —

залив Терпения и устье залива Шелихова [Николенко, 1998].

Полученные данные в ходе проведения донной траловой съёмки в 2015 г. демонстрируют постепенное увеличение средних размеров особей с увеличением глубины (табл. 1). На изобатах от 50 до 150 м ловились рыбы длиной 20–55 см, крупные особи встречались единично (около 1%). Молодь палтуса (рыбы длиной до 35 см), за исключением единичной особи, пойманной на глубине 290 м, распределялась в основном на изобатах 50–150 м, составляя около 50% улова. Сходный размерный состав рыб со средней длиной 54 см наблюдался на изобатах от 200 до 500 м. С возрастанием глубины отмечена тенденция увеличения доли крупных рыб (более 60 см), составляющих на изобатах 501–600 м 44%, на 601–700 м — 82%, на изобатах более 700 м — 90%.

Состав уловов чёрного палтуса на разных глубинах в некоторых районах его обитания зависит от сезона. Тенденция увеличения размерно-возрастных показателей чёрного палтуса с глубиной больше характерна для весенне-летнего периода, однако даже и в этот период не везде выражена столь чётко [Николенко, 1998].

Соотношение полов у рыб является важным показателем, влияющим на успешность воспро-

Таблица 1. Длина и возраст чёрного палтуса в зависимости от глубины

Глубина, м	50–100	101–200	201–300	301–400	401–500	501–600	601–700	701–800
Длина, см								
Средняя	36,0	41,8	53,9	54,6	54,1	59,5	68,7	70,8
Минимальная	21,0	20,0	33,0	42,0	41,0	41,0	46,0	50,0
Максимальная	66,0	79,0	94,0	86,0	77,0	84,0	88,0	88,0
Возраст, полных лет								
Средний	3,9	4,8	6,9	7,0	7,0	8,0	9,3	9,7
Минимальный	2	2	3	4	5	5	5	6
Максимальный	8	10	18	12	11	13	12	13

изводства. Изменения в соотношении полов в зависимости от размеров отмечены у тихоокеанского чёрного палтуса практически во всех районах его обитания [Alton et al., 1988; Давыдов, Куприянов, 1998; Пальм и др., 1999; Дьяков, 2014; Мухаметов, 2014]. Ю.П. Дьяков [2014], обобщив опубликованные и архивные данные по данному вопросу, отмечает, что у рыб из трёх районов (восточная часть Берингова моря, западная часть Берингова моря, восточная часть Охотского моря) наблюдается сходная динамика в изменении полового состава с увеличением размеров. В восточной части Берингова моря среди молодых рыб преобладают самцы, с увеличением размеров растёт доля самок, и они преобладают в размерном классе 55–65 см, затем их доля уменьшается. Равное соотношение полов наблюдается среди рыб длиной 70–75 см, после чего снова растёт доля самок. Для палтуса западной части Бе-

рингова и восточной части Охотского морей характерно снижение доли самок среди рыб длиной до 65 см, в размерном классе 75 см наблюдается равное соотношение полов, у более крупных рыб преобладают самки. У чёрного палтуса Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских о-вов в размерных группах 50–70 см преобладают самцы, а размерные группы длиной более 70 см в основном представлены самками [Мухаметов, 2014].

В период проведения исследований в общей выборке палтуса соотношение полов было близким 1:1, с небольшим преобладанием самцов (56%). Этот показатель изменялся в зависимости от размеров рыб (рис. 2). У рыб длиной 20–30 см наблюдалось равное соотношение полов, в размерных группах в диапазоне 31–70 см в основном преобладали самцы, исключение составляла размерная группа 56–60 см, где соотношение полов было близ-

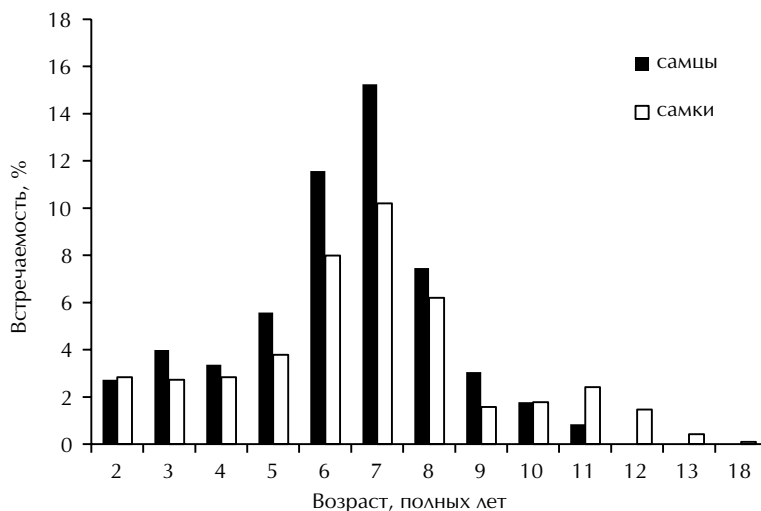


Рис. 3. Возрастной состав чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

ким 1:1. У рыб длиной более 70 см преобладали самки.

Возраст рыб в уловах колебался от 2 до 18 лет, доминировали особи 5–8 лет (рис. 3). С увеличением глубины тралений наблюдалась тенденция увеличения среднего возраста рыб в уловах (табл. 1). Возрастной состав самцов и самок различался, хотя модальные возрастные классы были одинаковы для обоих полов (6–8 лет). Возрастной состав самцов был значительно короче от 2 до 11 лет (средний возраст 6,3 года), самки были представлены особями от 2 до 18 лет (средний возраст 6,7 года). В диапазоне старших возрастных групп, когда самцы уже выбывают из популяции, у самок ещё проявляется модальная возрастная группа (11 лет).

Различия в возрастном составе самцов и самок естественно отражаются на соотношении полов по возрастным группам. В возрасте 2-х лет наблюдалось равное соотношение полов, в возрасте 3–9 лет — преобладали самцы, в 10 лет — соотношение полов выравнивалось, с 11 лет преобладали самки, в более старших возрастных группах самцы отсутствовали (табл. 1). Исследования, выполненные в пер-

вой половине 1990-х гг. в северо-западной части Берингова моря, также показали доминирование самцов в младших возрастных группах и отсутствие самцов старше 11 лет [Kodolov, Matveychuk, 1995].

Ю.П. Дьяков [2014], анализируя соотношение полов по возрастным группам у палтуса западной части Берингова моря, отмечает преобладание самцов в младших возрастных группах, в равном соотношении полов у рыб в возрасте 8–9 лет, и последующем увеличением доли самок в старших возрастных группах. Наши данные по соотношению полов в зависимости от возраста больше согласуются с данными Балыкина [Балыкин, 2006] за 1997–1999 гг., когда в возрастных группах 5–10 лет преобладали самцы, а с 11-ти лет соотношение менялось в пользу самок.

В росте самцов и самок с определённого возраста также наблюдались различия. Судя по тому, что средняя длина рыб в возрасте 2-х лет составляла 23,4 см, наиболее высокий темп линейного роста у палтуса наблюдается в первые два года жизни. В 2 года размеры самцов, самок и ювенильных особей были одинаковы. В 3 года ювенильные особи значительно усту-

Таблица 2. Размеры самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря по возрастным группам

Возраст	Самцы					Самки				
	n	Длина, см		Вес, кг		n	Длина, см		Вес, кг	
		M±m	Lim	M±m	Lim		M±m	Lim	M±m	Lim
2	26	23,35±0,26	21–26	0,079±0,073	0,04–0,12	27	23,4±0,35	20–26	0,08±0,068	0,05–0,12
3	38	30,82±0,57	24–36	0,212±0,141	0,07–0,35	26	29,3±0,43	25–34	0,18±0,112	0,10–0,28
4	37	37,66±0,51	32–43	0,404±0,201	0,22–0,7	27	37,0±0,53	32–44	0,39±0,16	0,24–0,59
5	53	44,85±0,37	37–50	0,710±0,152	0,39–1,04	36	44,8±0,48	38–49	0,72±0,196	0,42–1,08
6	107	49,29±0,32	45–54	0,987±0,208	0,62–1,94	76	50,0±0,35	45–55	1,05±0,203	0,58–1,56
7	141	52,97±0,36	48–59	1,270±0,232	0,78–2,06	97	54,3±0,36	48–60	1,42±0,246	0,76–2,14
8	69	60,27±0,46	55–70	1,982±0,309	1,36–3,19	59	61,9±0,53	55–70	2,28±0,407	1,32–3,94
9	32	67,14±0,27	62–72	2,680±0,160	2,20–3,22	15	67,7±0,36	61–73	3,09±0,294	2,32–4,02
10	18	71,94±0,35	67–79	3,165±0,317	2,52–4,38	17	73,9±0,27	70–78	4,02±0,265	3,22–5,22
11	8	75,63±0,36	70–79	3,845±0,329	2,92–5,18	23	75,9±0,32	70–84	4,37±0,288	3,30–5,62
12						14	82,2±0,46	74–88	5,50±0,336	4,10–7,52
13						4	82,5±0,24	79–85	5,34±0,173	4,88–5,94
18						1	94,0		9,48	
Итого	529					422				

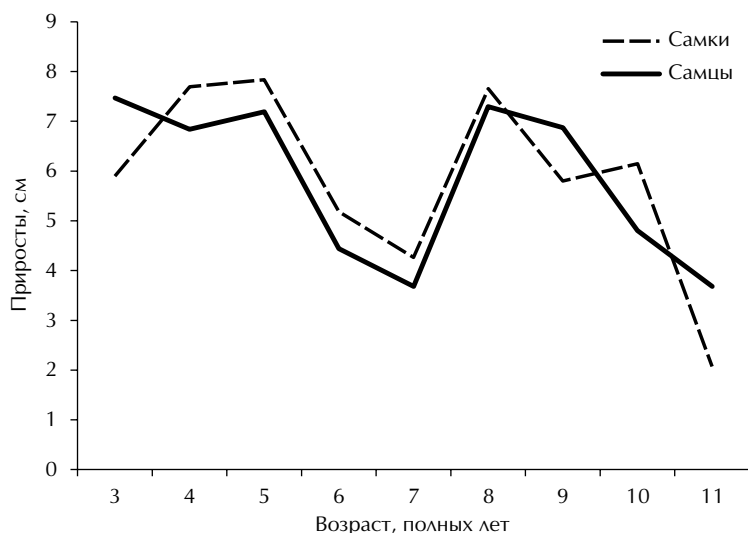


Рис. 4. Годовые приросты длины чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

пали в длине (средняя длина 25,8 см) рыбам, пол которых можно было определить. Самцы в возрасте 3–4 года незначительно превосходили одновозрастных самок, в возрасте 5 лет длина рыб обоих полов была одинакова, с 6-ти лет длина самок была больше, чем у самцов (табл. 2).

Неравномерность роста самцов и самок лучше прослеживается при сравнении их годовых приростов. Приросты самцов на 3-м году жизни значительно превосходили приросты самок, составив, соответственно, 7,4 см и 5,9 см (рис. 4). На 4-м году приросты самок увеличились, а приросты самцов — снизились. С 4 до 11 лет динамика линейного роста самцов и самок, в общем, была схожа, с 4-х до 6-ти лет приросты снижались, на 7-м году жизни — увеличивались, после чего стали неуклонно снижаться. Возможно, снижение линейного роста палтуса в возрасте 4–6 лет связано с началом полового созревания палтуса.

Чёрный палтус тихоокеанских вод юго-восточной Камчатки и Северных Курильских овов, видимо, имеет сходный темп линейного роста, так как к 10-ти годам достигает длины 74–83 см [Мухаметов, 2014]. В литературе имеются сведения по росту палтуса в Беринговом море в 30-е гг. прошлого столетия [Вернидуб, Панин, 1937]. Однако исследования были выполнены на небольшом материале (возраст определён у 75 экз.), годовые приросты, определённые методом обратного расчи-

сления, составляли всего около 3 см, а у старых рыб и того меньше. К 9-ти годам рыбы имели длину 55 см. Согласно нашим данным, палтус достигает такой длины к 8-ми годам.

Линейный рост чёрного палтуса хорошо аппроксимируется уравнением Берталанфи (рис. 5):

$$L(t) = 197 \times (1 - e^{-0,04(t+1,25)}) \text{ — для самцов;}$$

$$L(t) = 180 \times (1 - e^{-0,05(t+0,88)}) \text{ — для самок.}$$

Весовой рост чёрного палтуса характеризуется более заметными возрастными изменениями. Если интенсивное увеличение линейных размеров палтуса происходит до созревания, то увеличение массы тела становится более интенсивным к моменту наступления половой зрелости, в т. ч. за счёт увеличения веса гонад и печени.

Наименьший темп весового роста у чёрного палтуса наблюдается в первые годы жизни (рис. 6). С возрастом темп весового роста рыб ускоряется, особенно после 7-ми лет (53–54 см). Увеличение весовых приростов у палтуса длиной более 55 см отмечалось и в прошлые годы [Вернидуб, Панин, 1937].

Весовой рост чёрного палтуса описывается уравнением Гомпертца:

$$W(t) = 10,8 \times \exp[-6,58e^{-0,169t}] \text{ — для самцов;}$$

$$W(t) = 13,5 \times \exp[-6,42e^{-0,159t}] \text{ — для самок.}$$

В весовом росте одновозрастных самцов и самок чёрного палтуса прослеживается та

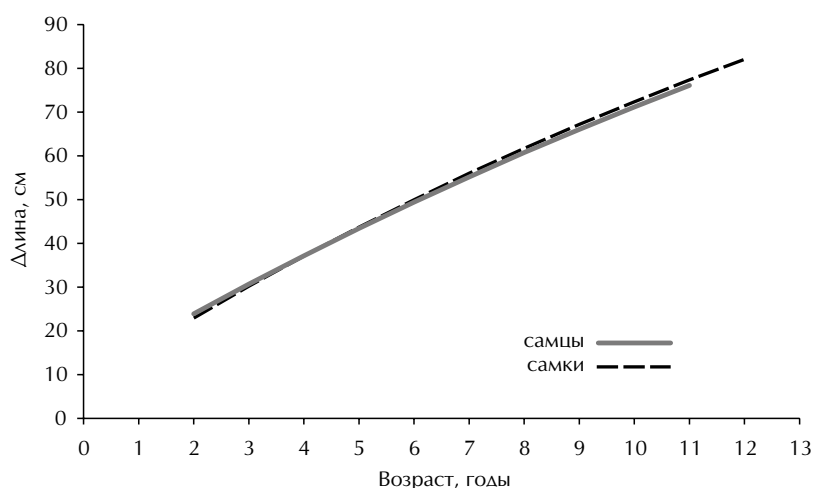


Рис. 5. Линейный рост чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

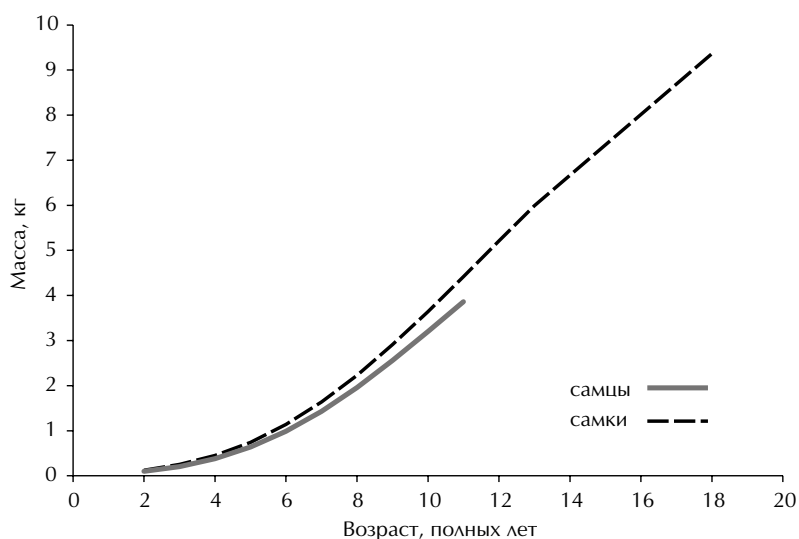


Рис. 6. Весовой рост самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

же тенденция, что и в линейном. Скорость роста самок выше, и разница увеличивается с возрастом. В 11 лет разница в весовых характеристиках самцов и самок составила 525 г (табл. 2).

Зависимость между длиной и массой у чёрного палтуса описывается уравнением степенной функции (рис. 7):

$$W(L) = 2 \times 10^{-6} \times L^{3,3461} \text{ — для самцов;}$$

$$W(L) = 2 \times 10^{-6} \times L^{3,3913} \text{ — для самок.}$$

Для обоих полов эта зависимость выражается формулой $W(L) = 2,29 \times 10^{-6} \times L^{3,33}$. По параметрам уравнения зависимости «длина-масса» чёрный палтус северо-западной части Берингова моря близок к палтусу восточной

части Берингова моря и Алеутских о-вов, у которого эта зависимость выглядит следующим образом: $W = 2,44 \times 10^{-6} \times L^{3,34}$ [Steven J. et al., 2016].

Размер и возраст полового созревания рыб являются важнейшими показателями, характеризующими репродуктивный потенциал популяции. Соотношение зрелых и незрелых особей по размерным и возрастным группам учитывается при оценке запасов. Длина, по достижении которой созревает большая часть особей палтуса, варьирует в зависимости от районов их обитания. В Охотском море массовое созревание самцов происходит при длине 55–60 см, самок — при длине 65–70 см

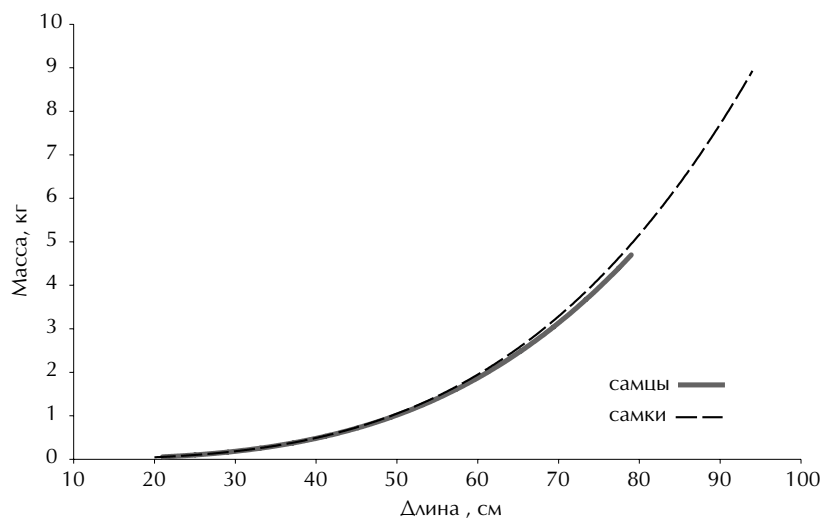


Рис. 7. Зависимость между длиной и массой самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря

[Николенко, 1998]. У Северных Курильских о-вов созревание палтуса происходит при длине 50–65 см [Новиков, 1974]. В Беринговом море и районе Алеутских о-вов массовое половое созревание палтуса достигается при длине 65–70 см [Cooper et al., 2007].

В целом по Берингову морю, диапазон размеров начала созревания палтуса варьирует в пределах 30–61 см. Длина, при которой созревает 50% самцов, составляет 51 см, возраст — 4–6 лет, самок — 61 см, возраст — 6–7 лет. Все самцы становятся половозрелыми при достижении возраста 10–11 лет,

самки — при достижении 10–15 лет [Новиков, 1962, 1974; Фадеев, 1971, 1984, 1986, 1987; Шунтов, 1971; Дьяков, 1987, 2015; Балыкин, 2006]. В тихоокеанских водах Камчатки и Северных Курильских о-вов, по архивным данным «КамчатНИРО», половозрелые самцы и самки начинают встречаться по достижении длины 30–35 см, самцы — в возрасте 4 лет, самки — в возрасте 5 лет. Полностью особи становятся половозрелыми при достижении длины 60–65 см, самцы — в возрасте 7 лет, самки — в возрасте 8 лет. По другим данным размеры созревания чёрного палтуса

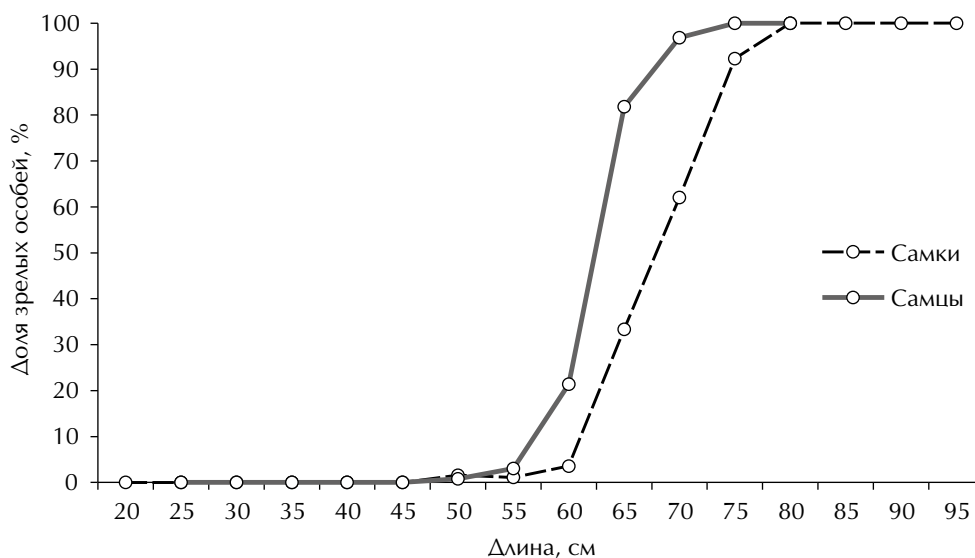


Рис. 8. Огибы созревания самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря (по длине)

в этом районе соответствуют длине 50–65 см, у самцов — возрасту 4–6 лет, у самок — возрасту 5–7 лет [Новиков, 1974].

Ввиду того, что материалы 2015 г. были собраны в период активного нагула палтуса, подавляющее количество особей (82%) имели гонады на II стадии зрелости. В эту группу входили рыбы двух категорий: не достигшие половой зрелости и повторно созревающие. У части особей (14%) гонады находились на стадии зрелости VI–II, что и дало нам возможность построить огивы созревания чёрного палтуса.

Половозрелые самцы чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря встречались при длине 48 см, массовой зрелости достигали при длине 59 см; половозрелые самки встречались при сходной с самцами длине (49 см), массовой зрелости достигали при длине 62 см (рис. 8). По литературным данным по Берингову морю в целом диапазон размеров начала полового созревания чёрного палтуса колеблется в широких пределах от 30 до 61 см [Дьяков, 2015].

Первые половозрелые особи как у самцов, так и у самок появляются в возрасте 5-ти лет. Массовой зрелости самцы достигают в возрасте 8-ми лет; самки — в возрасте 10-ти лет (рис. 9).

Время наступления полового созревания чёрного палтуса в 5–6 лет (самцов в 5 лет,

самок в 6 лет) было отмечено для северо-западной части Берингова моря и в предыдущие годы [Дьяков, 1987].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для самцов и самок чёрного палтуса характерны значительные различия в размерно-возрастных характеристиках. У самцов наблюдается положительный эксцесс распределения размерных и возрастных групп, у самок распределение ближе к нормальному с правосторонней асимметрией. Наблюдаемые различия связаны с разной продолжительностью жизни и особенностью жизненного цикла особей разного пола. В наших пробах максимальный возраст самцов составил 11 лет, самок — 18 лет. В диапазоне старших возрастных групп, когда самцы уже выбывают из популяции, у самок ещё проявляются модальные возрастные группы.

Различия в возрастном составе самцов и самок естественно отражаются на соотношении полов рыб разных возрастных групп. В возрасте 2-х лет соотношение полов равное, в возрасте 3–9 лет — преобладают самцы, в 10 лет соотношение полов выравнивается, с 11-ти лет доминируют самки, старшевозрастные рыбы представлены только самками. Подобная структура популяции обеспечивает большую её плодовитость, так как крупные рыбы откладывают больше икринок [Замахеев, 1959].

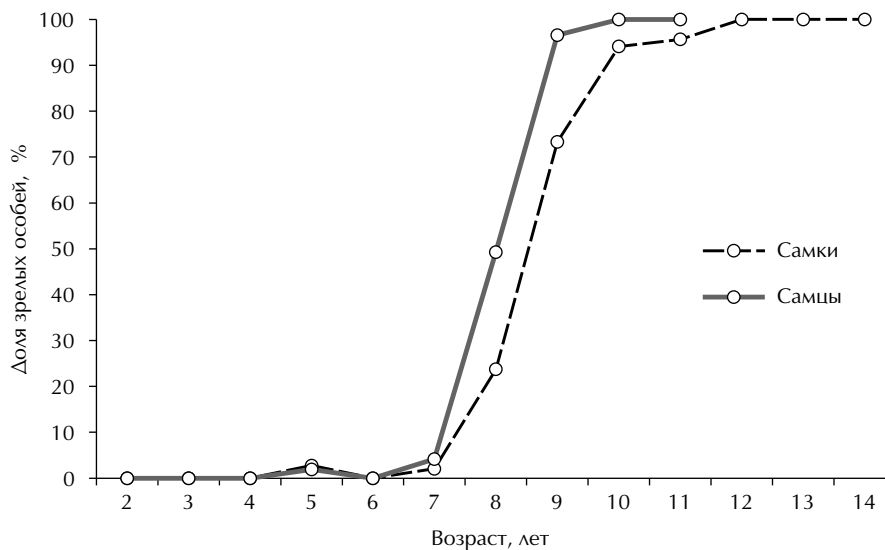


Рис. 9. Огивы созревания самцов и самок чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря (по возрасту)

Меньшая продолжительность жизни самцов по сравнению с самками свидетельствует о том, что в определённом диапазоне возрастных групп их естественная смертность существенно выше, чем смертность самок. На старшевозрастных самок приходится пресс сетного и ярусного промысла, что может отрицательно сказаться на воспроизводительном потенциале популяции.

Наиболее высокий темп линейного роста у чёрного палтуса наблюдается в первые два года жизни, затем постепенно снижается. Темп весового роста с возрастом увеличивается, особенно после 7-ми лет, у самок более выражен, чем у самцов. Размеры одновозрастных самцов и самок одинаковы в возрасте 2-х лет, в возрасте 3—4 года самцы несколько превосходят самок, к 5-ти годам размеры рыб обоих полов выравниваются, с 6-ти лет самки размерами превосходят одновозрастных самцов.

Первые половозрелые особи как среди самцов, так и среди самок, у чёрного палтуса начинают появляться в возрасте 5 лет. Однако массового созревания самцы достигают в возрасте 8 лет, а самки на 2 года позже — в возрасте 10 лет.

При равном исходном соотношении полов и более длительном жизненном цикле самок, казалось бы, что в нерестовом стаде самок должно быть значительно больше, чем самцов. Однако, за счёт более раннего созревания самцов, абсолютное количество самцов и самок в нерестовом стаде практически уравнивается.

Для чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря характерно чётко выраженное увеличение размерно-возрастных показателей с глубиной. На изобатах от 50 до 150 м распределяются особи 20—55 см в возрасте от 2 до 8-ми лет, 50% которых составляет молодь. На изобатах 200—500 м распределяются рыбы широкого диапазона размерно-возрастных групп. На изобатах свыше 500 м наблюдается постепенное увеличение доли крупных особей. На глубинах более 700 м рыбы более 60 см составляют 90%.

ЛИТЕРАТУРА

- Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М.: Изд-во ВНИРО. 142 с.
- Булатов О.А. 1983. Распределение икры и личинок чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) в восточной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 23. Вып. 1. С. 162—164.
- Булатов О.А. 1994. Особенности размножения рыб и распределение ихтиопланктона восточной части Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 115. С. 17—56.
- Вернидуб М.Ф., Панин К.И. 1937. Некоторые данные о систематическом положении и биологии тихоокеанского представителя *Reinhardtius* Gilb. // Уч. зап. Ленинградского гос. ун-та. № 15. С. 250—272.
- Давыдов И.И., Куприянов С.В. 1998. Особенности пространственно-батиметрического распределения и размерно-половой структуры чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsurae* Jordan et Snyder (Pleuronectidae) у западного побережья Камчатки // Труды КамчатНИРО. 1998. Вып. 4. С. 46—51.
- Дьяков Ю.П. 1985. Популяционная структура чёрного палтуса северной части Тихого океана // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР. 22 с.
- Дьяков Ю.П. 1987. Некоторые особенности воспроизводства тихоокеанского чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* // Вопросы ихтиологии. Т. 27. Вып. 5. С. 823—830.
- Дьяков Ю.П. 2011. Камбалообразные (Pleuronectiformes) дальневосточных морей России (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций) // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Изд-во КамчатНИРО. 48 с.
- Дьяков Ю.П. 2014. Размерно-половая и половозрелая структура популяций дальневосточных камбал (Pleuronectidae) // Известия ТИНРО. Т. 177. С. 77—113.
- Дьяков Ю.П. 2015. Половое созревание дальневосточных камбалообразных (Pleuronectiformes) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 39. С. 5—69.
- Замахеев Д.Ф. 1959. О типах размерно-половых соотношений у рыб // Труды Мосрыбвтуза. Вып. 10. С. 183—209.
- Мазникова О.А., Новиков Р.Н., Датский А.В., Новикова С.В., Орлов А.М., 2018. Современное состояние промысла чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsurae* (Pleuronectidae) в запад-

- ной части Берингова моря и у восточного побережья Камчатки // Вопросы рыболовства. Т. 19. С. 42–57.
- Мухаметов И.Н. 2014. Палтусы прикурильских вод: биология, состояние запасов, перспективы промысла // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 24 с.
- Науменко Н.И., Давыдов И.И. 2003. Тихоокеанский чёрный палтус // Состояние биологических ресурсов Северо-Западной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. С. 49–50.
- Николенко Л.П. 1998. Биология и промысел чёрного палтуса Охотского моря. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 23 с.
- Новиков Н.П. 1960. Палтусы Берингова моря // Рыбное хозяйство. № 1. С. 12–15.
- Новиков Н.П. 1974. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-сть. 308 с.
- Пальм С.А., Чикилев В.Г., Датский А.В. 1999. Биология, промысел и распределение чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 126. Ч. 1. С. 252–261.
- Тупоногов В.Н. 2003. Особенности летне-осеннего распределения и состояния ресурсов палтусов в Охотском море и у Курильских островов в 2000 г. // Известия ТИНРО. Т. 133. С. 145–160.
- Фадеев Н.С. 1971. Биология и промысел тихоокеанских камбал. Владивосток: Дальиздат. 98 с.
- Фадеев Н.С. 1984. Промысловые рыбы северной части Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 269 с.
- Фадеев Н.С. 1986. Палтусы и камбалы // Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 341–365.
- Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы. М.: Агропромиздат. 175 с.
- Шунтов В.П. 1965. Распределение чёрного и стрелозубых палтусов в северной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т. 53. С. 155–163.
- Шунтов В.П. 1966. Некоторые данные по биологии чёрного палтуса Охотского моря // Труды ВНИРО. Т. 60. С. 271–279.
- 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 // NOAA Technical Report. NMFS-71. 31 p.
- Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station: Can. Spec. Publ. Fish. and Aquat. Sci. № 60. 98 p.
- Cooper D.W., Maslenikov K.P., Gunderson D.R. 2007. Natural mortality rate, annual fecundity, and maturity at length for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) from the northeastern Pacific // Fish. Bull. Vol.105(2). P. 296–304.
- Steven J. Barbeaux, James Ianelli, Dan Nichol and Jerry Hoff. 2016. Assessment of Greenland turbot (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Bering Sea and Aleutian Islands // NPFMC Bering Sea and Aleutian Island SAFE. Technical Report. P. 895–1013.
- Kodolov L.S., Matveychuk S.P. 1995. Stock Condition of Greenland Turbot (*Reinhardtius hippoglossoides matsurae* Jordan et Snyder) in the Northwestern Bering Sea // Proceedings of the Intern. Sympos. on North Pacific Flatfish. Anchorage, Alaska. P. 451–465.

Поступила в редакцию 24.09.2018 г.
Принята после рецензии 03.10.2018 г.

Commercial species and their biology

Modern characteristic of the growth of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea

E.N. Kuznetsova, N.P. Antonov, O.A. Maznikova, A.O. Trofimova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

A study on the biological state of the Greenland turbot was carried out based on the bottom survey data collected at the «TINRO» research vessel in 2015 in the northwestern part of the Bering Sea. Size and age characteristics of the Greenland turbot aggregations are considered depending on the depth of the capture. The characteristic of the rate of its linear and weight growth is given, variability in the sex ratio is analyzed depending on the size and age. A distinctly pronounced increase in the size-age indices with depth is considered typical for the Greenland turbot in the northwestern part of the Bering Sea. The highest rate of linear growth of turbot is observed in the first years of life, then decreases slight. The rate of weight growth increases with age, in females more than in males. The beginning of maturation of the Greenland turbot in the northwestern part of the Bering Sea is considered at the age of 5 years, male turbot reaches maturity at the age of 8, females — at the age of 10 years. Males mature faster for 2 years earlier than females and much earlier than females drop out of the population. Large old age fish are represented only by females. Comparative analysis of the obtained results with those presented in the literature showed the similarity of the linear halibut growth data of the northwestern part of the Bering Sea and the turbot of the Pacific waters of southeastern Kamchatka and the Northern Kurile Islands. According to the parameters of the “length-mass” dependence equation, the Greenland turbot of the northwestern part of the Bering Sea is close to the turbot of the eastern part of the Bering Sea and the Aleutian Islands.

Keywords: Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, Bering Sea, age, growth rate, length, weight, sex ratio.

REFERENCES

- Balykin P.A. *Sostoyanie i resursy rybolovstva v zapadnoj chasti Beringova moray* [Status and resources of fisheries in the Western Bering Sea]. M.: Izd-vo VNIRO. 2006. 142 s.
- Bulatov O.A. 1983. *Raspredelenie ikry i lichinok chernogo paltusa Reinhardtius hippoglossoides (Walbaum) v vostochnoj chasti Beringova morya* [The distribution of eggs and larvae of Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) in the Eastern part of the Bering sea] // *Voprosy ihtiologii*. T. 23. Vyp. 1. S. 162-164.
- Bulatov O.A. 1994. *Osobennosti razmnozheniya ryb i raspredelenie ihtoplanktona vostochnoj chasti Beringova moray* [Features of fish reproduction and distribution of ichthyoplankton in the eastern part of the Bering Sea] // *Izvestiya TINRO*. Tom 115. S. 17–56.
- Vernidub M.F., Panin K.I. 1937. *Nekotorye dannye o sistematicheskom polozenii i biologii tihookeanskogo predstavatelya Reinhardtius Gilb.* [Some data on the systematic position and biology of the Pacific representative *Reinhardtius* Gill.] // *Uch. zap. Leningradskogo gos. un-ta*. № 15. S. 250–272.
- Davydov I.I., Kupriyanov S.V. 1998. *Osobennosti prostranstvenno-batimetriceskogo raspredeleniya i razmerno-polovoj struktury chernogo paltusa Reinhardtius hippoglossoides matsuurae Jordan et Snyder (Pleuronectidae) u zapadnogo poberezh'ya Kamchatki* [Features of spatio-bathymetric distribution and size-sex structure of Greenland halibut *Reinhardtius*

- hippoglossoides matsuurae Jordan et Snyder (Pleuronectidae) off the Western coast of Kamchatka] // Trudy KamchatNIRO. 1998. Vyp. 4. S. 46–51.
- D'yakov Yu.P. 1985. Populyatsionnaya struktura chernogo paltusa severnoj chasti Tihogo okeana [Population structure of the black halibut of the North Pacific ocean]: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Vladivostok: IBM DVNTS AN SSSR. 22 s.
- D'yakov Yu.P. 1987. Nekotorye osobennosti vosproizvodstva tihookeanskogo chernogo paltusa *Reinhardtius hippoglossoides* [Some features of reproduction of the Pacific black halibut *Reinhardtius hippoglossoides*] // Voprosy ihtiologii. T. 27. Vyp. 5. S. 823–830.
- D'yakov Yu.P. 2011. Kambaloobraznye (Pleuronectiformes) dal'nevostochnyh morej Rossii (prostranstvennaya organizatsiya fauny, sezony i prodolzhitel'nost' neresta, populyatsionnaya struktura vida, dinamika populyatsij) [Flounder (Pleuronectiformes) of the far Eastern seas of Russia (spatial organization of fauna, seasons and duration of spawning, population structure of the species, population dynamics)] // Avtoref. diss. ...dokt. biol. nauk. Izd-vo KamchatNIRO. 48 s.
- D'yakov Yu.P. 2014. Razmerno-polovaya i polovozrastnaya struktura populyatsij dal'nevostochnyh kambal (Pleuronectidae) [Size, sex and age structure of populations of far Eastern flounders (Pleuronectidae)] // Izvestiya TINRO. T. 177. S. 77–113.
- D'yakov Yu.P. 2015. Polovoe sozrevanie dal'nevostochnyh kambaloobraznyh (Pleuronectiformes) [Sexual maturation of Far Eastern flounder (Pleuronectiformes)] // Issledovaniya vodnyh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana. Vyp. 39. S. 5–69.
- Zamahaev D.F. 1959. O tipah razmerno-polovyyh sootnoshenij u ryb [On the types of size-sex ratios in fish] // Trudy Mosrybvtuza. Vyp.10. S. 183–209.
- Maznikova O.A., Novikov R.N., Datskij A.V., Novikova S.V., Orlov A.M., 2018. Sovremennoe sostoyanie promysla chernogo paltusa *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) v zapadnoj chasti Beringova morya i u vostochnogo poberezh'ya Kamchatki [Current state of fisheries for Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) in the Western Bering Sea and off the Eastern Kamchatka] // Voprosy rybolovstva. T. 19. S. 42–57.
- Muhametov I.N. 2014. Paltusy prikuril'skih vod: biologiya, sostoyanie zapasov, perspektivy promysla [Halibuts Prikuril'sky waters: biology, status of stocks, the prospects for fishing] // Avtoref. diss. ...kand. biol. nauk. M.: Izd-vo VNIRO. 24 s.
- Naumenko N.I., Davydov I.I. 2003. Tihookeanskij chernyj paltus [Pacific black halibut] // Sostoyanie biologicheskikh resursov Severo-Zapadnoj Patsifikii. Petropavlovsk-Kamchatskij: Izd-vo KamchatNIRO. S. 49–50.
- Nikolenko L.P. 1998. Biologiya i promysel chernogo paltusa Ohotskogo moray [Biology and fishery of the black halibut of the sea of Okhotsk] // Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Vladivostok: TINRO. 23 s.
- Novikov N.P. 1960. Paltusy Beringova moray [Halibut of the Bering Sea] // Rybnoe hozyajstvo. № 1. S. 12–15.
- Novikov N.P. 1974. Promyslovyje ryby materikovogo sklona severnoj chasti Tihogo okeana [Commercial fish of the North Pacific continental slope]. M.: Pishch. prom-st'. 308 s.
- Pal'm S.A., Chikilev V.G., Datskij A.V. 1999. Biologiya, promysel i raspredelenie chernogo paltusa *Reinhardtius hippoglossoides* v Anadyrsko-Navarinskom rajone Beringova morya [Biology, fisheries and distribution of Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* in the Anadyr-Navarino area of the Bering Sea] // Izvestiya TINRO. T. 126. Ch. 1. S. 252–261.
- Tuponogov V.N. 2003. Osobennosti letne-osennego raspredeleniya i sostoyanie resursov paltusov v Ohotskom more i u Kuril'skih ostrovov v 2000 g. [Features of summer-autumn distribution and the state of halibut resources in the sea of Okhotsk and the Kuril Islands in 2000] // Izvestiya TINRO. T. 133. S. 145–160.
- Fadeev N.S. 1971. Biologiya i promysel tihookeanskikh kambal. [Biology and fisheries of Pacific flounders]. Vladivostok: Dal'izdat. 98 s.
- Fadeev N.S. 1984. Promyslovyje ryby severnoj chasti Tihogo okeana. [Commercial fish of the North Pacific]. Vladivostok: DVNTS AN SSSR. 269 s.
- Fadeev N.S. 1986. Paltusy i kambaly [Halibut and flounder] // Biologicheskie resursy Tihogo okeana. M.: Nauka. S. 341–365.
- Fadeev N.S. 1987. Severotihookeanskije kambaly [North Pacific flounder]. M.: Agropromizdat. 175 s.
- Shuntov V.P. 1965. Raspredelenie chernogo i strelozubyh paltusov v severnoj chasti Tihogo okeana [Distribution of black halibut and arrowtooth flounder in the North Pacific] // Izvestiya TINRO. T. 53. S. 155–163.
- Shuntov V.P. 1966. Nekotorye dannye po biologii chernogo paltusa Ohotskogo moray [Some data on the biology of the black halibut of the sea of Okhotsk] // Trudy VNIRO. T.60. S. 271–279.
- Shuntov V.P. 1971. Nekotorye zakonomernosti raspredeleniya chernogo i strelozubyh paltusov v severnoj chasti Tihogo okeana [Some regularities of distribution of black and arrowtooth halibut in the North Pacific ocean] // Izvestiya TINRO. T. 75. S. 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 // NOAA Technical Report. NMFS-71. 31 p.
- Chilton D.E., Beamish R.J.* 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station: Can. Spec. Publ. Fish. and Aquat. Sci. № 60. 98 p.
- Cooper D.W., Gunderson D.R.* 2007. Natural mortality rate, annual fecundity, and maturity at length for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) from the northeastern Pacific Ocean // Fish. Bull. Vol. 105(2). P. 296–304.
- Steven J. Barbeaux, James Ianelli, Dan Nichol and Jerry Hoff.* 2016. Assessment of Greenland turbot (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Bering Sea and Aleutian Islands // NPFMC Bering Sea and Aleutian Island SAFE. Technical Report. P. 895–1013.
- Kodolov L.S., Matveychuk S.P.* 1995. Stock Condition of Greenland Turbot (*Reinhardtius hippoglossoides matsurae* Jordan et Snyder) in the Northwestern Bering Sea // Proceedings of the Intern. Sympos. on North Pacific Flatfish. Anchorage, Alaska. P. 451–465.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Size and age composition of the Greenland Turbot depending on the depth.

Table 2. Size composition of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Spatial distribution of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea in July-August 2015 (numeral — catch, ind/hour. The dividing line of the sea spaces of Russia-USA).

Fig. 2. Size composition and sex ratio of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 3. Age composition of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 4. Annual increments of the length of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 5. Length growth of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 6. Weight growth of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 7. Dependence between length and weight of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern Bering Sea.

Fig. 8. Ogives of maturation of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea (by length).

Fig. 9. Ogives of maturation of males and females of the Greenland Turbot in the northwestern part of the Bering Sea (by age).

Промысловые виды и их биология

УДК 597–115:597.442(282.247.42)

Генетическое разнообразие севрюги реки Урал

Г.М. Шалгимбаева¹, А.Е. Барминцева², Л.Н. Мюге², К.Б. Исбеков¹, Н.С. Мюге²

¹Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ТОО «КазНИИРХ»), г. Алматы

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: shalgimbayeva@mail.ru

Представлены результаты генетической изменчивости севрюги реки Урал, молоди естественного и заводского происхождения по пяти вариабельным микросателлитным локусам (Afug41, Afug51, Ap20, AoxD161 и AoxD165). Материал представлен за период 2014–2017 гг. Распределение частот генотипов по пяти микросателлитным локусам не выявило внутривидовых различий между выборками разных лет как заходящих в реку на нерест производителей, так и молоди естественного нереста и молоди, полученной в ходе искусственного воспроизводства на осетровых рыбопитомниках реки Урал. Отмечается снижение аллельного разнообразия у заводской молоди 2014–2016 гг. относительно всей выборки производителей и дикой молоди севрюги. Эти потери пока незначительны, так как для искусственного воспроизводства на осетровых рыбопитомниках реки Урал в настоящее время используются производители не аквакультурного, а естественного происхождения с высоким природным полиморфизмом.

Ключевые слова: река Урал, севрюга *Acipenser stellatus*, микросателлитные локусы, генетический полиморфизм, искусственное воспроизводство.

ВВЕДЕНИЕ

Севрюга — *Acipenser stellatus* Pallas, 1771 относится к понто-каспийскому фаунистическому комплексу, наиболее многочисленное стадо населяет бассейн Каспийского моря.

В середине прошлого века чрезмерный промысел, загрязнение окружающей среды, изменение гидрологического режима рек, нарушение условий нереста рыб привели к катастрофическому снижению её численности. К концу XX века нерестовые популяции сев-

рюги Азово-Черноморского бассейна были сильно подорваны или уничтожены, и только в Каспийском море сохранилась естественная популяция этого вида, которая, несмотря на мораторий запрета вылова осетровых, по-прежнему испытывает промысловый пресс, вызванный нелегальным изъятием [Власенко, Захаров, 1989; Ходоревская и др., 2012].

Севрюга включена в международную Красную книгу МСОП, а также в Приложение II

Конвенции СИТЕС, как вид, находящийся на грани исчезновения [Qiwei, 2010].

Из всех рек каспийского бассейна только на р. Урал до сих пор сохраняется и регулярно документируется массовый нерест севрюги на природных нерестилищах, но низкая численность производителей не позволяет обеспечить эффективное естественное воспроизводство.

Осетровые рыбозаводные заводы (ОРЗ) на р. Урал, функционирующие с 1998 г., были призваны компенсировать убыль естественного воспроизводства популяции севрюги. До последнего времени применяемая технология искусственного воспроизводства была основана на вылове многочисленных диких производителей в период нерестового хода рыб, но падение численности севрюги в бассейне Каспия делает все более затруднительным заготовку производителей. По этой же причине значительно сократилось искусственное воспроизводство уральской молодежи белуги и русского осетра, выпуск молодежи которых ранее был сопоставим с выпуском молодежи севрюги.

Внутривидовую популяционно-генетическую структуру необходимо учитывать при восстановлении и пополнении естественных популяций для сохранения природного генетического полиморфизма. Также считается, что для обеспечения наиболее высокой выживаемости после выпуска, молодежь необходимо выращивать в условиях максимально приближенных к естественным [Чебанов, Галич, 2013].

Микросателлитные ядерные маркеры широко применяются в популяционно-генетических исследованиях рыб. Высокая вариабельность и селективная нейтральность делают микросателлиты удобным инструментом для изучения внутри- и межвидовой генетической изменчивости, уровня ploidyности и функциональной диплоидизации генома осетровых [Ludwig et al., 2001; Doukakis et al., 2005; Welsh, May, 2006; Zeng et al., 2013; Rajkov et al., 2014; Norouzi et al., 2015]. Микросателлитные маркеры также применяются для видовой идентификации осетровых и их гибридов [Barmintseva, Muge, 2013].

Ранее анализ внутривидовой популяционной структуры севрюги с применением полиморфных изоферментных локусов показал некоторую гетерогенность, но по частотам аллелей между

сезонными группировками нерестовых мигрантов уральской севрюги статистически значимые различия обнаружены не были [Шишанова, 2003]. Стоит отметить, что для уральских осетровых практически нет работ по изучению генетической структуры с применением ДНК-маркеров.

Цель работы — оценка генетической структуры севрюги р. Урал на основании полиморфизма микросателлитных локусов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе проанализированы 669 образцов (фрагментов плавников) севрюги, собранных с 2014 по 2017 гг. на двух осетровых рыбозаводных заводах: Республиканском государственном казенном предприятии (РГКП) «Урало-Атырауский осетровый рыбозавод» и РГКП «Атырауский осетровый рыбозавод». Данные по количеству исследованных производителей и молодежи приведены в табл. 1, места сбора проб представлены на рис. 1.

Фрагменты плавников и молодежь целиком были фиксированы в 96%-ном этиловом спирте на месте сбора материала. Каждому образцу присваивался идентификационный номер, для каждой особи регистрировались размер, вес и, для производителей, пол.

Выделение и последующую очистку ДНК из плавников осетровых рыб проводили методом абсорбции на колонках (PALL) [Ivanova et al., 1999]. ДНК хранили при -20°C до использования. Образцы проанализированы по пяти микросателлитным локусам с флуоресцентно мечеными праймерами (табл. 2).

Реакции амплификации проводили в конечном объеме 15 мкл с использованием 10x буфера («Силекс-М», Москва: 70 mM ТрисHCl (pH 8,6); 16,6 mM $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), 1,8 mM MgCl_2 ; по 200 мкМ каждого dNTP; 1 пкМ праймера, модифицированного на 5' конце флуоресцентным красителем FAM, HEX или TAMRA; 4 пкМ обратного (не меченного) праймера; 50–100 нг ДНК матрицы и 0,8 единиц Taq полимеразы («Силекс-М», Москва). ПЦР проводился по следующей схеме: предварительная денатурация ДНК 94°C — 1 мин; 8 циклов: плавление — 95°C — 20 с, отжиг праймеров 25 с при $t=58^{\circ}\text{C}$ в первом цикле и в каждом последующем цикле темпе-

Таблица 1. Характеристика собранного материала

№ п/п	Севрюга	Год сбора	Количество, экз.	Место сбора
1		2014	91	
2	Производители	2015	63	Тоневой участок Еркинкалинская (РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыболовный завод»), Тоневой участок Малодамбинская (РГКП «Атырауский осетровый рыболовный завод»)
3		2016	32	
4		2017	76	
5		2014	13	
6	Молодь, полученная на заводе в целях искусственного воспроизводства	2015	59	р. Урал, станция Бугорки, станция 7-й пост
7		2016	56	
8		2017	40	
9		2014	150	
10	Молодь естественного ската	2016	58	р. Урал, станция Бугорки, станция 7-й пост
11		2017	31	

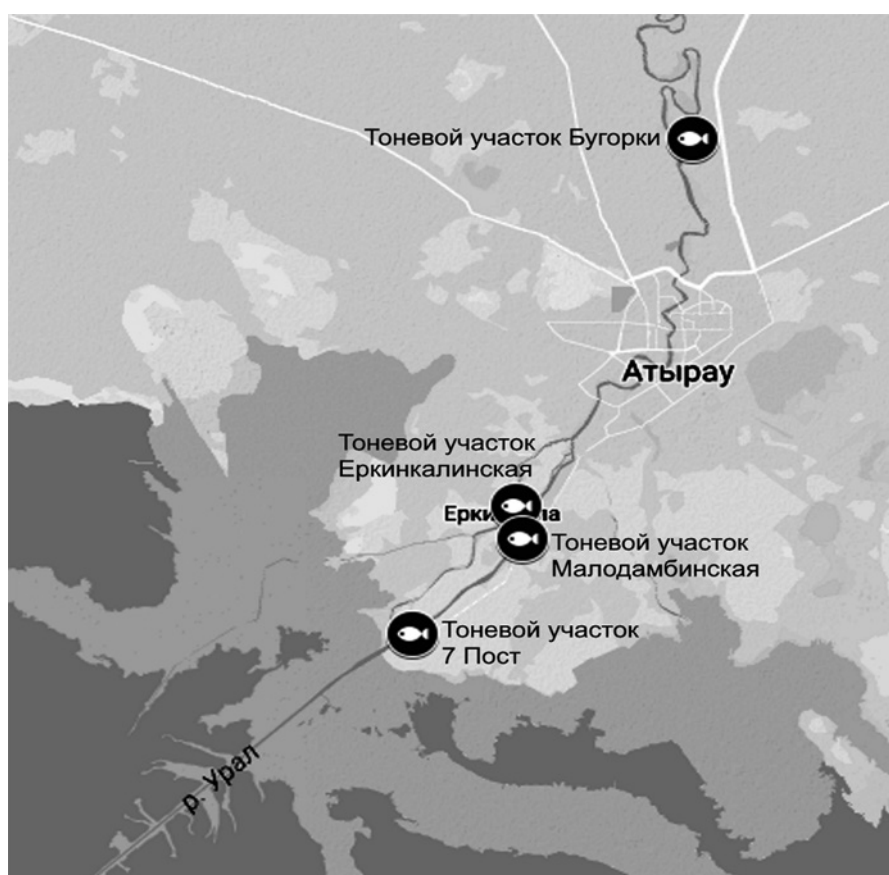


Рис. 1. Станции отбора проб севрюги на р. Урал

ратура отжига снижалась на 0,5 °С (touch-down), синтез ДНК — 65 °С — 40 с; 25 циклов: плавление — 95 °С — 20 с, отжиг праймеров — 54 °С — 25 с, синтез ДНК — 65 °С — 40 с; 1 цикл досинтез ДНК при

65 °С — 10 мин. Полученный продукт ПЦР разбавляли в 3 раза водой (milliQ), затем по 1 мкл разбавленной реакционной смеси переносили в 12 мкл формамида HiDi с добавленным молекулярным стандартом для определения

Таблица 2. Микросателлитные локусы для анализа полиморфизма севрюги

Локус	Праймеры 5'-3'	Метка
An20	F: AATAACAATCATGTACATGAGGCT	HEX
	R: TGGTCAGTTGTTTTTTTATTGAT	
AfuG41	F: TGACGCACAGTAGTATTATTATG	FAM
	R: TGATGTTTGCTGAGGCTTTTC	
AfuG51	F: ATAATAATGAGCGTGTCTTCTGTT	HEX
	R: ATTCCGCTTGCGACTTATTTA	
AoxD165	F: TTTGACAGCTCCTAAGTGATACC	TAMRA
	R: AAAGCCCTACAACAAATGTCAC	
AoxD161	F: GTTTGAAATGATTGAGAAAATGC	FAM
	R: TGAGACAGACACTCTAGTTAAACAGC	

размера амплифицируемых фрагментов ДНК. Электрофоретическое разделение продуктов амплификации проводили с помощью системы капиллярного электрофореза «ABI3130 Genetic Analyzer», определение длин аллелей осуществляли с применением программного обеспечения GeneMarker (Version 1.2). Статистическую обработку проводили в надстройке «GenAIE» для MS Excel [Peakall, Smouse, 2012].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ по пяти микросателлитным локусам выявил у производителей севрюги 2014–2017 гг. 41 аллель (суммарно по всем локусам),

у молоди естественного нереста — 40 аллелей, у заводской молоди выявлено 30 аллелей.

Наиболее полиморфными для всех изученных выборок севрюги являются локусы Afug41 и AoxD165. Размерный ряд аллелей локуса Afug41 расположен в диапазоне 193–233 п. н. и насчитывает 11 аллелей. У заводской молоди севрюги 2014 г. отмечается уменьшение числа аллелей до 8. Наиболее массовые аллели 209 и 213 п. н. встречаются со средней частотой 20% (табл. 3).

Диапазон локуса AoxD165 расположен между 148–204 п. н. и насчитывает 11 аллелей, с преобладанием аллелей 180 и 184, встречающихся с частотой до 20–30% по всем вы-

Таблица 3. Распределение частот аллелей локуса Afug41

Выборка	Аллели локуса Afug41, п. н.										
	193	197	201	205	209	213	217	221	225	229	233
Производители 2014	0,027	0,159	0,027	0,115	0,214	0,192	0,093	0,071	0,033	0,049	0,016
Производители 2015	0,032	0,159	0,048	0,159	0,127	0,198	0,071	0,127	0,024	0,040	0,016
Производители 2016	0,016	0,242	0,016	0,129	0,081	0,113	0,065	0,113	0,032	0,161	0,032
Производители 2017	0,026	0,138	0,046	0,112	0,217	0,178	0,079	0,086	0,039	0,046	0,033
Завод. мол. 2014	0,077	0,115	–	0,115	0,077	0,423	0,115	0,038	–	0,038	–
Завод. мол. 2015	0,008	0,085	–	0,059	0,288	0,110	0,237	0,025	0,093	0,059	0,034
Завод. мол. 2016	0,036	0,152	–	0,161	0,143	0,214	0,063	0,063	0,071	0,045	0,054
Завод. мол. 2017	0,013	0,150	0,050	0,138	0,225	0,163	0,063	0,075	0,025	0,063	0,038
Скат молоди 2014	0,020	0,143	0,007	0,130	0,197	0,140	0,040	0,053	0,077	0,137	0,057
Скат молоди 2016	–	0,140	0,026	0,237	0,202	0,096	0,070	0,079	0,061	0,061	0,026
Скат молоди 2017	0,016	0,113	0,016	0,226	0,161	0,145	0,097	0,065	0,065	0,016	0,081

Таблица 4. Распределение частот аллелей локуса AoxD165

Выборка	Аллели локуса AoxD165, п. н.										
	148	168	172	176	180	184	188	192	196	200	204
Производители 2014	0,129	0,039	0,051	0,017	0,219	0,152	0,096	0,124	0,112	0,028	0,034
Производители 2015	0,081	0,035	0,070	0,023	0,128	0,279	0,151	0,058	0,058	0,116	0,000
Производители 2016	0,125	0,031	0,063	0,016	0,234	0,203	0,047	0,094	0,094	0,078	0,016
Производители 2017	0,153	0,053	0,053	0,067	0,187	0,160	0,087	0,087	0,087	0,033	0,033
Завод. мол. 2014	0,115	0,077	–	–	0,192	0,115	0,115	0,192	0,192	–	–
Завод. мол. 2015	0,055	0,091	0,027	0,164	0,191	0,064	0,118	0,136	0,073	0,036	0,045
Завод. мол. 2016	0,250	0,010	0,030	0,050	0,190	0,070	0,110	0,100	0,040	0,130	0,020
Завод. мол. 2017	0,138	0,038	0,075	0,013	0,238	0,125	0,113	0,063	0,075	0,088	0,038
Скат молоди 2014	0,130	0,050	0,037	0,013	0,170	0,243	0,120	0,087	0,057	0,037	0,057
Скат молоди 2016	0,088	0,105	0,035	0,044	0,044	0,316	0,079	0,123	0,123	0,009	0,035
Скат молоди 2017	0,129	0,032	0,032	0,016	0,161	0,161	0,129	0,145	0,129	0,000	0,065

боркам (табл. 4). В заводской молоди 2014 г. в локусе выявлено только 7 аллелей.

Наиболее встречаемым в локусе Afug51 является аллель 292 п. н., его частота в выборках достигает 70% (табл. 5). Размерный ранг локуса 268–296 п. н., выявлено 6 аллелей для выборок дикой молоди 2014–2017 гг. и по 5 аллелей для выборок производителей и заводской молоди севрюги.

Локус AoxD161 представлен 6 аллелями, размерный диапазон 118–138 п. н. представлен во всех выборках севрюги 2014–2017 гг.,

массовый аллель 118 п. н. представлен в выборках с частотой 20–40% (табл. 6).

Локус An20 представлен размерным рядом 129–181 п. н. В выборках производителей севрюги 2014–2017 гг. выявлено 6–7 аллелей. По 6 аллелей на локус выявлено среди заводской и скатившейся молоди севрюги 2015–2017 гг., а у заводской молоди 2014 г. отмечено всего пять аллелей. Массовый аллель 141 п. н. встречается с частотой до 72% во всех выборках (табл. 7).

Таблица 5. Распределение частот аллелей локуса Afug51

Выборка	Аллели локуса Afug51, п. н.					
	268	280	284	288	292	296
Производители 2014	–	0,067	0,140	0,112	0,590	0,090
Производители 2015	–	0,016	0,159	0,008	0,722	0,095
Производители 2016	–	0,016	0,156	0,016	0,719	0,094
Производители 2017	–	0,083	0,042	0,042	0,750	0,083
Завод. мол. 2014	–	–	0,195	–	0,720	0,085
Завод. мол. 2015	–	–	0,188	0,080	0,670	0,063
Завод. мол. 2016	–	0,046	0,074	0,037	0,722	0,120
Завод. мол. 2017	0,201	0,260	0,049	0,118	0,316	0,056
Скат молоди 2014	0,026	0,115	0,103	0,103	0,564	0,090
Скат молоди 2016	0,086	0,138	0,069	0,069	0,534	0,103
Скат молоди 2017	0,040	0,133	0,080	0,207	0,480	0,060

Таблица 6. Распределение частот аллелей локуса AoxD161

Выборка	Аллели локуса AoxD161, п. н.					
	118	122	126	130	134	138
Производители 2014	0,328	0,217	0,250	0,094	0,100	0,011
Производители 2015	0,371	0,267	0,172	0,121	0,026	0,043
Производители 2016	0,406	0,141	0,156	0,031	0,219	0,047
Производители 2017	0,231	0,346	0,308	0,038	0,038	0,038
Завод. мол. 2014	0,288	0,339	0,127	0,119	0,127	-
Завод. мол. 2015	0,348	0,214	0,143	0,125	0,143	0,027
Завод. мол. 2016	0,325	0,193	0,219	0,105	0,149	0,009
Завод. мол. 2017	0,302	0,118	0,139	0,066	0,351	0,024
Скат молоди 2014	0,263	0,225	0,313	0,063	0,113	0,025
Скат молоди 2016	0,290	0,226	0,161	0,161	0,129	0,032
Скат молоди 2017	0,390	0,205	0,205	0,068	0,103	0,027

Таблица 7. Частоты аллелей локуса An20

Выборка	Аллели локуса An20, п. н.						
	129	137	141	145	169	177	181
Производители 2014	0,121	0,011	0,592	0,138	0,069	0,006	0,063
Производители 2015	0,060	0,017	0,724	0,138	0,062	0,034	0,026
Производители 2016	0,081	0,032	0,565	0,081	0,097	0,016	0,129
Производители 2017	0,231	0,038	0,385	0,269	0,038	-	0,038
Завод. мол. 2014	0,073	-	0,636	0,073	-	0,045	0,173
Завод. мол. 2015	0,071	-	0,580	0,071	0,054	0,080	0,116
Завод. мол. 2016	0,054	-	0,571	0,134	0,080	0,045	0,116
Завод. мол. 2017	0,134	0,003	0,641	0,081	0,060	0,023	0,057
Скат молоди 2014	0,077	-	0,654	0,090	0,090	0,026	0,064
Скат молоди 2016	0,067	-	0,567	0,100	0,083	0,067	0,117
Скат молоди 2017	0,088	-	0,568	0,074	0,095	0,068	0,108

Среднее количество аллелей на локус для уральской популяции северюги и её молоди колеблется от 6,8 до 8,0, при этом эффективное число аллелей находится в диапазоне 3,9–5,2. Показатели наблюдаемой (H_o) и ожидаемой (H_e) гетерозиготности в пределах 0,632 и 0,767, соответственно (табл. 8).

Распределение частот генотипов не выявило существенных отклонений от равновесия по Харди-Вайнбергу в выборках северюги р. Урал в 2015–2017 гг. Значения F_{ST} приведены в табл. 9. Полученные данные указывают на низкую внутривидовую генетическую

дифференциацию исследованных выборок северюги.

Несмотря на заметное падение численности, нами не наблюдается падения генетического разнообразия по пяти микросателлитным локусам в исследованных выборках 2014–2017 гг., однако наблюдается снижение аллельного разнообразия по локусам Afug51 и An20 у заводской молоди 2014 и 2016 гг. Ряд аллелей, присутствовавших у производителей этих лет, в заводской молоди не был отмечен. Это связано с тем, что для воспроизводства, скорее всего, исполь-

Таблица 8. Средние значения генетических показателей микросателлитных локусов по всем выборкам севрюги

Выборка	N	Na	SE	Ne	SE	Ho	SE	He	SE
Производители 2014	89,200	8,000	1,265	4,813	1,091	0,738	0,086	0,741	0,058
Производители 2015	60,000	7,600	1,208	4,240	1,148	0,664	0,106	0,669	0,093
Производители 2016	31,600	8,000	1,265	4,516	1,090	0,710	0,092	0,709	0,077
Производители 2017	74,600	8,000	1,225	5,212	1,165	0,702	0,060	0,767	0,047
Завод. мол. 2014	12,800	6,400	0,510	3,930	0,747	0,760	0,099	0,696	0,072
Завод. мол. 2015	57,400	6,800	1,562	4,415	1,194	0,690	0,085	0,689	0,084
Завод. мол. 2016	54,800	7,600	1,288	4,677	1,073	0,632	0,069	0,726	0,069
Завод. мол. 2017	39,600	8,000	1,225	4,858	1,142	0,695	0,077	0,737	0,064
Скат молоди 2014	147,400	8,200	1,158	5,123	1,038	0,704	0,060	0,762	0,057
Скат молоди 2016	56,200	7,600	1,208	4,412	0,967	0,691	0,078	0,711	0,075
Скат молоди 2017	30,400	7,800	1,114	5,149	1,044	0,760	0,065	0,767	0,049

Примечание: N — число особей; Na — число аллелей; Ne — эффективное число аллелей; Ho — наблюдаемая гетерозиготность; He — ожидаемая гетерозиготность, SE — стандартная ошибка.

Таблица 9. Парные значения F_{ST} для исследованных выборок севрюги р. Урал (статистически достоверных различий не выявлено)

№ п/п	Выборка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Производители 2014	0,000										
2	Производители 2015	0,012	0,000									
3	Производители 2016	0,009	0,014	0,000								
4	Производители 2017	0,004	0,019	0,015	0,000							
5	Завод. мол. 2014	0,018	0,030	0,029	0,028	0,000						
6	Завод. мол. 2015	0,013	0,017	0,017	0,020	0,032	0,000					
7	Завод. мол. 2016	0,007	0,012	0,008	0,010	0,025	0,012	0,000				
8	Завод. мол. 2017	0,002	0,013	0,013	0,005	0,024	0,017	0,009	0,000			
9	Скат молоди 2014	0,008	0,012	0,009	0,012	0,024	0,016	0,012	0,010	0,000		
10	Скат молоди 2015	0,019	0,035	0,027	0,013	0,050	0,038	0,027	0,016	0,025	0,000	
11	Скат молоди 2017	0,006	0,017	0,014	0,006	0,025	0,017	0,009	0,006	0,008	0,013	0,000

зовались лишь некоторые из отловленных в реке производителей, что привело к снижению генетического разнообразия потомства. Так как для искусственного воспроизводства на ОРЗ р. Урал в настоящее время используются производители из естественной среды и с высоким природным полиморфизмом, потеря генетического разнообразия в потомстве незначительна.

Высокое генетическое разнообразие в исследованных выборках уральской севрюги 2014–2017 гг. обусловлено тем, что в настоящее время на нерест идут особи урожайных поколений севрюги 2007–2009 гг. [Шалгимбаева и др., 2016]. В ближайшие годы можно ожидать снижения природного полиморфизма, причиной которого будет являться резкое сокращение численности нерестовых мигран-

тов и, соответственно, масштаба естественного воспроизводства осетровых рыб Урало-Каспийского бассейна. С 2010 г. в р. Урал наблюдается значительное снижение захода севрюги, а также не отмечается естественного нереста русского осетра, белуги и шипа [Бокова, Джунусова, 2016], а скат молоди севрюги естественного нереста отмечается не ежегодно. Несмотря на принятый Казахстаном мораторий на коммерческий лов осетровых рыб в Урало-Каспийском бассейне, сокращение численности нерестовых мигрантов продолжается.

Искусственное воспроизводство является эффективным методом для сохранения и увеличения численности популяции севрюги на современном этапе. В настоящее время получение молоди севрюги р. Урал в целях искусственного воспроизводства основывается на использовании производителей, отобранных в период нерестовых миграций, но низкие уловы самок и самцов приводят к дефициту производителей. В настоящее время применяется практика осеменения икры одной самки спермой 2–3 самцов, которая оправдана с точки зрения повышения процента оплодотворения. В большинстве случаев увеличение процента оплодотворения происходит в основном за счёт сперматозоидов одного самца. Это приводит к тому, что и без того незначительное количество производителей фактически ещё больше сокращается, т. е. в оплодотворении реально участвуют не 2–3 самца, а один. Это может привести к тому, что генотипическая структура следующего поколения будет определяться генотипами немногочисленных родительских пар. Альтернативой является порционное индивидуальное оплодотворение икры от одной самки спермой каждого самца, что позволит получить наиболее генетически гетерогенное потомство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кроме усиления охраны миграционных путей в период нереста и пропуска производителей к местам нерестилищ, для сохранения генетического разнообразия севрюги р. Урал необходимо формирование на ОРЗ ремонтно-маточных стад (РМС) с целью создания резерва генетически разнородных производителей для искусственного воспроизводства севрюги и других видов осетровых р. Урал. Формирование РМС начато с 2015 г. из отловленных в р. Урал производителей севрюги, оставляемых на зимовку в прудах, однако в ходе доместикации переход на искусственные корма у диких производителей не всегда проходит эффективно и сопровождается большим отходом. В настоящее время на осетровых рыборазводных заводах р. Урал приступили к формированию ремонтно-маточного стада севрюги, выращенной «от икры». Такая молодь изначально привыкает к искусственным кормам и демонстрирует значительную жизнестойкость. В дальнейшем, когда поколение искусственно выращенных севрюг созреет, необходимо будет введение системы генетического мониторинга при определении родительских пар с целью недопущения близкородственного скрещивания и падения генетического разнообразия выпускаемой молоди в результате инбридинга. Генетическая характеристика выпускаемой молоди должна соответствовать естественной видовой генетической структуре вида для обеспечения максимальной выживаемости после выпуска в реку и ската в Каспийское море.

ЛИТЕРАТУРА

- Бокова Е.Б., Джунусова Г.Г. 2016. Проблемные вопросы состояния нерестилищ осетровых видов рыб р. Урал (Жайык) // Сб. науч. тр. Межд. науч. — практ. конф. «Новейшие достижения в науке и образовании». Смоленск. С. 8–12.
- Власенко А.Д., Захаров С.С. 1989. О состоянии уловов и воспроизводстве осетровых на р. Урал // Осетровое хозяйство водоёмов СССР. Тез. науч. докл. к предстоящему Всесоюз. совещ., ноябрь. Ч. 1. Астрахань. С. 55–57.
- Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Жилкин А.А. 2012. Современное состояние осетровых Каспийского бассейна и меры по их сохранению // Вестник АГТУ. Т. 3. С. 99–106.
- Чебанов М.С., Галич Е.В. 2013. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб // Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. Т. 558. Анкара. 325 с.
- Шалгимбаева Г.М., Бокова Е.Б., Попов Н.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б., Микодина Е.В., Мюге Н.С. 2016. Современное состояние севриги (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) реки Урал // Вестник АГТУ. Т. 4. С. 32–41.
- Шишанова Е.И. 2003. Эколого-морфологическая и генетическая изменчивость популяции севриги р. Урал. // Дисс. ... канд. биол. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 169 с.
- Barmintseva A.E., Muge N.S. 2013. The use of microsatellite loci for identification of sturgeon species (*Acipenseridae*) and hybrid forms // Russ. J. Genetic. V. 49. P. 950–961.
- Doukakis P., Birstein V.J., De Salle R. 2005. Intraspecific structure within three caviar producing sturgeons (*Acipenser gueldenstaedtii*, *A. stellatus* and *Huso huso*) based on mitochondrial DNA analysis // J. Appl. Ichthyol. V. 21. P. 457–460.
- Ivanova N.V., deWaard J., Hebert P.D.N. 1999. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA // Molecular Ecology Notes. V. 6. P. 998–1002.
- Ludwig A., Belfiore N.M., Pitra C., Svirsky V., Jeneckens I. 2001. Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (*Acipenser*, *Huso* and *Scaphirhynchus*) // Genetics V. 158. P. 1203–1215.
- Norouzi M., Pourkazemi M. 2015. Analysis of genetic variability and differentiation of stellate sturgeon, (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771), in the North (Volga and Ural Rivers) and South Caspian Sea (estuary of Sefidrud) // Intern. J. of Bioscience, V. 6. No. 5. P. 94–102.
- Peakall R., Smouse P.E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research — an update // Bioinformatics. V. 28. P. 2537–2539.
- Qiwei W. 2010. *Acipenser stellatus* // IUCN2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. URL: www.iucnredlist.org Accessible via: 20.05.2018.
- Rajkov J., Shao Z., Berrebi P. 2014. Evolution of polyploidy and functional diploidization in sturgeons: microsatellite analysis in 10 sturgeon species // J. of Heredity. V. 105. P. 521–531.
- Welsh A., May B. 2006. Development and standardization of disomic microsatellite markers for lake sturgeon genetic studies // J. of Applied Ichthyology. V. 22. P. 337–344.
- Zeng Q., Ye H., Ludwig A., Wang Z., Zhang Y., Peng Z. 2013. Microsatellite development for the endangered Yangtze sturgeon (*Acipenser dabryanus* Dumeril, 1869) using 454 sequencing // J. of Applied Ichthyology. V. 29. P. 1219–1221.

Поступила в редакцию 05.06.2018 г.
Принята после рецензии 12.10.2018 г.

Commercial species and their biology

Genetic diversity of stellate sturgeon of the Ural River

G.M. Shalgimbayeva¹, A.E. Barmintseva², L.N. Mugue², K.B. Isbekov¹, N.S. Mugue²

¹Kazakh Research Institute of Fisheries (LLP «KazNIRKh»), Almaty

²Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The results of genetic variability of five variable microsatellite loci (Afug41, Afug51, An20, AoxD161, AoxD165) of stellate sturgeon, wild and artificial propagate juveniles of the Ural River are presented. Material submitted for the period 2014–2017. To assess the genetic diversity, the most informative are the loci Afug41, AoxD161 and AoxD165, which have the largest number of frequency-balanced alleles. Distribution of frequencies of genotypes at five microsatellite loci did not reveal intrapopulation differentiation among the spawning migrants, naturally spawned juveniles and fingerlings obtained by artificial reproduction at sturgeon fish farm hatchery of the Ural River from different years. At loci (An20, Afug51 and), there is a decrease in allelic diversity in the artificially propagate juveniles in 2014–2016 relative to the spawning migrants and wild juveniles of stellate sturgeon. These losses are still insignificant, since for the artificial reproduction at the Ural River of the Ural River, currently the producers are not from aquaculture, but from the natural environment and with high natural polymorphism.

Keywords: Ural River, stellate sturgeon *Acipenser stellatus*, microsatellite loci, polymorphism.

REFERENCES

- Bokova E.B., Dzhunusova G.G. 2016. Problemnye voprosy sostoyaniya nerestilishch osetrovyykh vidov ryb r. Ural (Zhayyk) [Problematic issues of sturgeon spawning grounds of the Ural River (Zhayyk)] // Sb. nauch. tr. Mezhd. nauch. — prakt. konf. «Novejshie dostizheniya v nauke i obrazovanii». Smolensk. S. 8–12.
- Vlasenko A.D., Zakharov S.S. 1989. O sostoyanii ulovov i vosproizvodstve oserovykh na r. Ural [State of catches and reproduction of sturgeon on the Ural River] // Osetrovoe khozyajstvo vodoemov SSSR. Tez. nauch. dokl. k predstoyashchemu Vsesoyuz. soveshch., noyabr'. CH. 1. Astrakhan'. S. 55–57.
- Khodorevskaya R.P., Kalmykov V.A., Zhilkin A.A. 2012. Sovremennoe sostoyanie osetrovyykh Kaspijskogo bassejna i mery po ikh sokhraneniyyu [Current state of sturgeon of the Caspian basin and measures for their preservation] // Vodnye resursy i ikh ratsional'noe ispol'zovanie // Vestnik AGTU. Vyp. 3. S. 99–106.
- Chebanov M.S., Galich E.V. 2013. Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyykh ryb [Sturgeon Hatchery Manual]. Tekhnicheskie Doklady OON po rybnomy khozyistvy i akvakul'ture. Ankara. 325 s.
- Shalgimbaeva G.M., Bokova E.B., Popov N.N., Asylbekova S. Zh., Isbekov K.B., Mikodina E.V., Myuge N.S.. 2016. Sovremennoe sostoyanie sevryugi (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) reki Ural [Current state of the stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) of the Ural River] // Vestnik AGTU. T. 4. S. 32–41.
- Shishanova E.I. 2003. Ehkologo-morfologicheskaya i geneticheskaya izmenchivost' populyatsii sevryugi r. Ural [Environmental and genetic variability of stellate sturgeon populations of the Ural River]. Diss. ... kand. biol. nauk. M. Izd-vo VNIRO. 169 s.
- Barmintseva A.E., Mugue N.S. 2013. The use of microsatellite loci for identification of sturgeon species

- (Acipenseridae) and hybrid forms // Russ. J. Genetic. V. 49. P. 950–961.
- Doukakis P., Birstein V.J., De Salle R.* 2005. Intraspecific structure within three caviar producing sturgeons (*Acipenser gueldenstaedtii*, *A. stellatus* and *Huso huso*) based on mitochondrial DNA analysis // J. Appl. Ichthyol. V. 21. P. 457–460.
- Ivanova N.V., deWaard J., Hebert P.D.N.* 1999. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA // Molecular Ecology Notes. V. 6. P. 998–1002.
- Ludwig A., Belfiore N.M., Pitra C., Svirsky V., Jeneckens I.* 2001. Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (*Acipenser*, *Huso* and *Scaphirhynchus*) // Genetics. V. 158. P. 1203–1215.
- Norouzi M., Pourkazemi M.* 2015. Analysis of genetic variability and differentiation of stellate sturgeon, (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771), in the North (Volga and Ural Rivers) and South Caspian Sea (estuary of Sefidrud) // Intern. J. of Bioscience. Vol. 6. No. 5. P. 94–102, 2015.
- Qiwei W.* 2010. *Acipenser stellatus* // IUCN2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. URL: www.iucnredlist.org Accessible via: 20.05.2018.
- Rajkov J., Shao Z., Berrebi P.* 2014. Evolution of polyploidy and functional diploidization in sturgeons: microsatellite analysis in 10 sturgeon species // J. of Heredity. V. 105. P. 521–531.
- Welsh A., May B.* 2006. Development and standardization of disomic microsatellite markers for lake sturgeon genetic studies // J. of Applied Ichthyology. V. 22. P. 337–344.
- Zeng Q., Ye H., Ludwig A., Wang Z., Zhang Y., Peng Z.* 2013. Microsatellite development for the endangered Yangtze sturgeon (*Acipenser dabryanus* Dumeril, 1869) using 454 sequencing // J. of Applied Ichthyology V. 29. P. 1219–1221.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Sampling stations of the stellate sturgeon on the Ural River

TABLE CAPTIONS

Table 1. Characteristics of the collected material

Table 2. Microsatellite loci for the analysis of stellate sturgeon polymorphism

Table 3. The alleles frequency of the locus Afug41

Table 4. The alleles frequency of the locus AoxD165

Table 5. The alleles frequency of the locus Afug51

Table 6. The alleles frequency of the locus AoxD161

Table 7. The alleles frequency of the locus An20

Table 8. Average genetic parameters of microsatellite loci of the stellate sturgeon

Table 9. Pairwise F_{ST} of the stellate the Ural River

Промысловые виды и их биология

УДК: 597.552.51:591.86

**Рост и развитие мышц американского гольца
в различные периоды онтогенеза**В.П. Панов¹, С.С. Фалий¹, Ю.И. Есавкин¹, А.В. Жигин²¹ Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»), Москва² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: panovval@gmail.com

В работе приведены результаты исследования мускулатуры американского гольца на разных стадиях постнатального онтогенеза. Особое внимание уделено предличиночной и личиночной стадиям развития. Приводится специфика гистоструктуры мышечной ткани молоди в зависимости от поведенческих особенностей. Дается сравнительная характеристика строения мускулатуры в период раннего постнатального онтогенеза и после года жизни. На ранних этапах развития плотность мускулатуры не высокая, в этот период образуются новые волокна. В возрасте 60 суток плотность мышечной ткани достигает высоких значений, что связано с переходом к активному плаванию и экзогенному питанию. По мере роста молоди процесс гипертрофии начинает преобладать над процессом гиперплазии, в результате чего происходит увеличение волокон в диаметре. В годовалом возрасте все системы организма сформированы, однако продолжается активный соматический рост за счёт мускулатуры. Полученные данные могут быть использованы для регулирования соматического роста рыб в аквакультуре с управляемыми условиями выращивания.

Ключевые слова: американский голец *Salvelinus fontinalis*, миогенез, гиперплазия, гипертрофия.**ВВЕДЕНИЕ**

Онтогенез животных, в частности рыб, включает в себя несколько основных периодов. Личиночный период костистых рыб, продолжающийся до полной резорбции желточного мешка, делится на несколько этапов, сопровождающихся морфофизиологическими преобразованиями в организме. Внешние проявления локомоторной активности молоди

связаны с изменениями в структуре мышечной ткани, с процессами гипертрофии и гиперплазии. Гистологической структуре соматической мускулатуры различных видов рыб уделяется достаточно большое внимание [Золотова и др., 2013, 2015; Панов и др., 2009]. В то же время миогенез, определяющий рост молоди рыб, изучен недостаточно. Как модельный объект для изучения развития морфологических структур,

в т. ч. мышц, может быть использован американский гольц, обладающий продолжительным ранним постнатальным онтогенезом и относительно медленным ростом. В этот период рыбы проходят важные этапы развития мускулатуры, связанные с их поведенческими особенностями, благодаря чему они начинают плавать и активно питаться. Работ, посвящённых миогенезу в период раннего онтогенеза американского гольца, нами не обнаружено. В то же время имеется работа, которая отмечает связь гистоструктуры белой мускулатуры со скоростью роста ювенильных особей американских гольцов (начальная масса рыб 134–150 г) [Rasmussen, Ostenfeld, 2000].

Содержание молоди в искусственных условиях делает возможной регуляцию длительности каждого из этапов миогенеза путём воздействия различных факторов (температура воды, содержание в ней кислорода и др.). Выявление этапов наиболее интенсивного мышечного роста важно для эффективной адаптации и обеспечения благополучия молоди рыб, как в естественных, так и в искусственных условиях.

Целью исследования является изучение роста и особенностей миогенеза у американского гольца в различные периоды постнатального онтогенеза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектом исследования служила молодь в возрасте до 65 суток, а также годовики американского гольца (*Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814)). Рыб выращивали на базе межкафедрального учебно-научного Центра биологии и животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Температура воды составляла 4–5 °С, содержание растворённого в воде кислорода — 11 мг/л. Образцы фиксировали в 10%-ном формалине. Измерения предличинок и личинок производили при помощи бинокулярной лупы, годовиков — линейкой. Массу гольцов определяли на электронных весах. Для гистологических исследований рыб заливали в желатин. Тотальные поперечные срезы тела рыб толщиной 8–10 мкм получали с помощью замораживающего микротомы. Окрашивали срезы суданом III и гематоксилином. Изучение гистоструктуры у молоди рыб осуществлялось в дорсальной

и латеральной зонах поперечного среза миотома. Полученный экспериментальный материал обработан статистически с помощью программы Microsoft Office Excel.

С интервалом 5–10 суток отбирались по 15 предличинок и личинок для определения морфометрических показателей. Количество годовиков составляли 7 особей. Серийные срезы мускулатуры получали от трёх особей каждой группы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ РАБОТЫ

Линейный рост молоди американского гольца в течение периода наблюдений происходил равномерно. К моменту достижения рыбами возраста 65 суток их масса увеличилась в 2 раза, а длина — в 1,6 раза (табл. 1). Длина головы увеличилась в 2,3 раза, а диаметр глаз — в 1,7 раза. Желточный мешок при выклеве свободных эмбрионов имел шарообразную форму, однако в период с 15 по 36 сутки он вытягивался в каудальном направлении и сужался по бокам. Затем его резорбция интенсифицировалась в связи с подготовкой к началу экзогенного питания; полное втягивание желточного мешка в тело личинки произошло на 65–70 сутки.

Установлена тесная связь между характером миогенеза и поведенческими особенностями молоди на различных этапах раннего онтогенеза (табл. 2). При этом пока является проблематичным установление ведущей роли в формировании соматической мышечной системы поведенческих факторов или процессов миогенеза. По-видимому, развитие мускулатуры обусловлено взаимодействием этих факторов, представляющих собой некую последовательность событий, что в итоге приводит к гармоничному формированию всех структур организма рыбы.

В первые 10 суток диаметр, а соответственно и площадь поперечного сечения мышечных волокон свободных эмбрионов слишком малы, что не позволяет молоди совершать активных движений, поскольку силу мускулатуры во многом определяет количество расположенных внутри волокон миофибрилл. За счёт гипертрофии увеличиваются площадь мышечного волокна и плотность мускулатуры, однако утолщение волокон играет роль также

Таблица 1. Морфологические показатели американского гольца

Показатели	Возраст рыб, сутки								Годовики**
	0	5	15	25	35	45	55	65	
Масса рыб, мг*	<u>59,9±4,16</u> 36–75	<u>67,3±2,42</u> 56–81	<u>79,3±3,31</u> 62–98	<u>84,2±4,49</u> 69–120	<u>93,7±5,50</u> 72–122	<u>98,7±3,90</u> 78–120	<u>95,6±1,52</u> 89–104	<u>120,7±7,26</u> 83–161	<u>73,4±5,83</u> 54–95
	мм								
Большая длина	<u>13,2±0,26</u> 12–15	<u>14,6±0,15</u> 14–15	<u>15,9±0,14</u> 15–17	<u>16,5±0,22</u> 15–18	<u>18,4±0,23</u> 18–20	<u>19,4±0,24</u> 18–21	<u>20,5±0,28</u> 19–22	<u>21,4±0,17</u> 21–22	<u>17,1±0,45</u> 15–19
Малая длина	<u>12,3±0,18</u> 12–13	<u>13,3±0,15</u> 12–14	<u>14,2±0,12</u> 13–15	<u>15,3±0,20</u> 14–17	<u>16,7±0,24</u> 15–18	<u>17,3±0,15</u> 17–18	<u>18,5±0,24</u> 17–20	<u>19,7±0,11</u> 19–20	–
Наибольшая высота тела	<u>4,1±0,20</u> 2,9–4,8	<u>4,1±0,06</u> 3,7–4,3	<u>4,1±0,06</u> 3,7–4,3	<u>4,0±0,13</u> 3,0–4,4	<u>4,0±0,06</u> 3,7–4,3	<u>3,8±0,07</u> 3,5–4,2	<u>3,7±0,07</u> 3,3–4,1	<u>3,6±0,11</u> 3,2–4,2	<u>3,6±0,08</u> 3–4
Высота хвостового стебля	<u>0,9±0,06</u> 0,6–1,2	<u>1,0±0,04</u> 0,8–1,2	<u>1,2±0,03</u> 1,0–1,3	<u>1,2±0,05</u> 1,1–1,7	<u>1,5±0,04</u> 1,2–1,7	<u>1,6±0,04</u> 1,4–1,7	<u>1,8±0,03</u> 1,6–1,9	<u>2,0±0,05</u> 1,7–2,2	–
Длина головы	<u>2,1±0,04</u> 1,9–2,3	<u>2,7±0,04</u> 2,4–2,9	<u>3,1±0,05</u> 2,8–3,3	<u>3,5±0,08</u> 3,1–3,8	<u>3,9±0,04</u> 3,7–4,1	<u>4,3±0,07</u> 3,9–4,5	<u>4,3±0,08</u> 3,8–4,7	<u>4,8±0,08</u> 4,3–5,2	<u>3,8±0,27</u> 3–5
Диаметр глаза	<u>1,2±0,02</u> 1,0–1,3	<u>1,3±0,03</u> 1,2–1,5	<u>1,4±0,04</u> 1,2–1,6	<u>1,4±0,02</u> 1,3–1,5	<u>1,6±0,03</u> 1,5–1,7	<u>1,8±0,03</u> 1,7–1,9	<u>1,8±0,04</u> 1,6–2,0	<u>2,0±0,04</u> 1,7–2,2	–
Большой диаметр желточного мешка	<u>5,1±0,17</u> 4,5–6,3	<u>5,8±0,11</u> 5,2–6,3	<u>6,2±0,08</u> 5,6–6,4	<u>6,1±0,07</u> 5,8–6,4	<u>6,0±0,09</u> 5,4–6,4	<u>5,5±0,12</u> 5,0–6,3	<u>5,0±0,14</u> 4,4–5,7	<u>4,3±0,23</u> 2,6–5,1	–
Малый диаметр желточного мешка	<u>3,4±0,17</u> 2,7–4,3	<u>3,2±0,08</u> 2,8–3,7	<u>3,1±0,05</u> 2,8–3,3	<u>3,1±0,02</u> 3,0–3,2	<u>3,0±0,11</u> 2,2–3,5	<u>2,1±0,17</u> 1,4–3,2	<u>1,6±0,11</u> 1,0–2,2	<u>1,1±0,08</u> 0,7–1,6	–
Объем желточного мешка, мм	<u>32,2±3,41</u> 17–47	<u>31,2±1,86</u> 21–41	<u>31,1±0,86</u> 26–35	<u>30,9±0,45</u> 29–33	<u>27,6±2,02</u> 13–37	<u>14,3±2,61</u> 5–33	<u>7,2±1,14</u> 3–14	<u>2,9±0,50</u> 1–7	–

* Над чертой — средние значения и ошибка, под чертой — пределы варьирования.

** Масса годовиков — в граммах, промеры — в сантиметрах.

Таблица 2. Этапы развития белой мускулатуры в связи с особенностями поведения рыб

Возраст рыб, сут.	Характеристика белой мускулатуры	Максимальный диаметр волокон, мкм		Этологическая характеристика (поведенческие особенности)
		Дорсальная зона	Латеральная зона	
0	Волокна имеют округлую форму, их диаметры в дорсальной и латеральной зонах сходны. Между сформированными волокнами находится большое количество развивающихся, т. е. наблюдается гиперплазия мышечной ткани	9,2	9,4	Свободные зародыши практически неподвижно лежат на дне инкубационного лотка. Заметны редкие медленные движения хвостом. На механическое раздражение реагируют червеобразными кратковременными сокращениями хвоста
5	Проявляется преобладание толщины волокон латеральной зоны над толщиной дорсальных	11,5	12,0	Движения хвостом участились, однако предличинки всё ещё не совершают локомотий
15	Происходит заметное уменьшение количества волокон малых диаметров. В латеральной зоне их намного меньше, чем в дорсальной. Темпы гиперплазии увеличиваются, число зрелых волокон становится приблизительно равным числу молодых	12,3	12,5	Заметны редкие перемещения предличинки по дну лотка. Это прямолинейные быстрые передвижения на небольшие расстояния, напоминающие рывки

Возраст рыб, сут.	Характеристика белой мускулатуры	Максимальный диаметр волокон, мкм		Этологическая характеристика (поведенческие особенности)
		Дорсальная зона	Латеральная зона	
25	Резкое снижение пролиферативной активности. В дорсальной зоне мускулатуры увеличивается содержание волокон более крупного диаметра, что способствует росту рыбы в высоту	13,5	15,0	Переход предличинки на стадию роения, они располагаются большими скоплениями. На раздражение реагируют быстрым перемещением вперёд и попыткой спрятаться под другими, лежащими вплотную друг к другу, особями
35	Распределение диаметров волокон сходно с предыдущей стадией. Однако резко возрастает количество новообразованных волокон, особенно в дорсальной зоне	12,0	14,0	Предличинки были выпущены из лотков в аквариум. Стадия роения продолжается
45	Латеральная зона мускулатуры приобретает однородность по размерам волокон. Также отмечено, что в этой зоне число молодых волокон на 30% превышает число сформировавшихся	12,5	16,0	Наблюдаются скачкообразные движения рыб — «свечки»
55	Наблюдается активная гипертрофия волокон латеральной зоны. При этом интенсивность гиперплазии также довольно высока — на каждое зрелое волокно приходится по одному новообразованному	14,0	20,0	Переход на смешанное питание. Рыбы передвигаются в толще воды возле дна. В качестве корма используется свежемороженый циклоп
65	В латеральной зоне преобладают мышечные волокна большого диаметра. Они расположены плотно и занимают значительную площадь. В этот период наблюдается постепенное снижение интенсивности гиперплазии	17,0	21,0	Желточный мешок личинок практически полностью резорбирован. Произошло поднятие на плав, молодь активно передвигается по аквариуму, демонстрируя хищническое поведение и конкуренцию. Кормление свежемороженой артемией

в изменении формы тела рыбы. При выклеве тело на поперечном разрезе имеет округлую форму. В процессе роста оно вытягивается в дорсо-вентральном направлении и к моменту достижения личиночной стадии становится уплощённым с боков. Эти изменения обусловлены в основном интенсивным развитием мускулатуры. За 65 суток диаметр волокон в дорсальной зоне увеличился на 55%, а в латеральной — на 45% (табл. 3). При этом активная гипертрофия у рыб в латеральной зоне начинается в возрасте 15 суток (крупные волокна составляют 65% от всего количества), а в дорсальной — только в возрасте 25 суток (рис. 1). Пятнадцатисуточные предличинки полноценных локомоций совершать не спо-

собны вследствие быстрой утомляемости мускулатуры, форма их тела близка к округлой. Затем средний диаметр волокон и количество крупных волокон начинают увеличиваться и в дорсальной зоне мускулатуры. Кроме того, в этой зоне на протяжении всего периода наблюдалась более интенсивная гиперплазия, чем в латеральной. Благодаря этим факторам происходит рост рыбы в высоту. К полноценному плаванию способны только особи, имеющие уплощённую по бокам форму тела.

На ранних этапах постнатального онтогенеза молодь американского гольца характеризовалась невысокой плотностью мускулатуры (табл. 3). В этот период активно образуются новые волокна. Несмотря на то, что их диа-

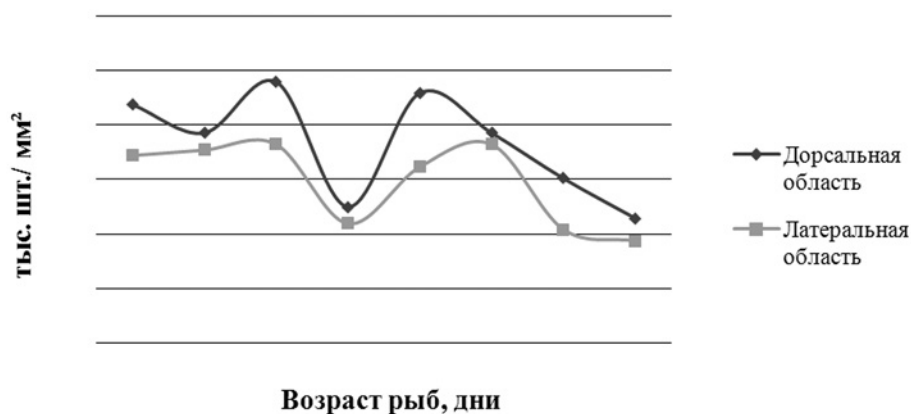


Рис. 1. Возрастная динамика пролиферативной активности белых волокон

метр на всех стадиях был небольшим (около 3,5 мкм), за счёт своего большого количества они занимают определённую часть площади поперечного среза мускулатуры. И, поскольку они, как и зрелые волокна, окружены эндомизием, общее содержание соединительнотканной прослойки в мышечной ткани увеличивается. Лишь в возрасте 65 суток плотность мышечной ткани достигает высоких значений, что связано с активным плаванием и эндогенным питанием.

В годовалом возрасте все системы организма рыбы полностью сформированы, однако рост тела продолжается. Для наблюдения изменений, происходящих в структуре мускулатуры с возрастом, была исследована группа годовиков, имеющих массу до 100 г (табл. 1).

Мускулатура годовалых рыб по своей структуре значительно отличается от предличинки и личинок. В первую очередь, это касается белых мышц, волокна которых (быстрые) достигают диаметра 92 мкм. Волокна белой мускулатуры в поперечном сечении обладают чётко выраженными углами: форму трёх- или четырёхугольника (мелкие) и пяти- и шестиугольника (крупные) (рис. 2). Группа мелких волокон имеет диаметр 8–20 мкм, однако их намного меньше, чем более крупных. В отличие от ранних стадий, белая мускулатура годовалых рыб развита равномерно как в дорсальной, так и в латеральной зоне, поэтому в дальнейшем разделение мускулатуры на соответствующие зоны не производится.

Таблица 3. Морфометрическая характеристика белых мышечных волокон молоди американского гольца

Возраст рыб, сутки	Показатели			
	Диаметр волокон, мкм		Площадь*, занимаемая волокнами, %	
	дорсальная зона	латеральная зона	дорсальная зона	латеральная зона
0	6,5±0,17	7,6±0,10	61,4	64,8
5	8,1±0,19	9,4±0,13	71,3	64,5
15	9,3±0,14	10,6±0,15	63,9	66,3
25	10,5±0,17	11,3±0,20	75,2	68,6
35	10,0±0,11	10,8±0,15	73,5	63,2
45	10,5±0,13	12,1±0,20	65,0	64,9
55	11,8±0,15	14,8±0,26	67,7	75,2
65	11,8±0,34	17,0±0,31	75,7	84,9

* При расчёте учитывались только сформировавшиеся волокна.



Рис. 2. Эпаксиальная мускулатура:

1 — белая мускулатура; 2 — красные мышечные волокна под кожей. Чёрными стрелками показаны белые мышечные волокна, красными — эндомизий

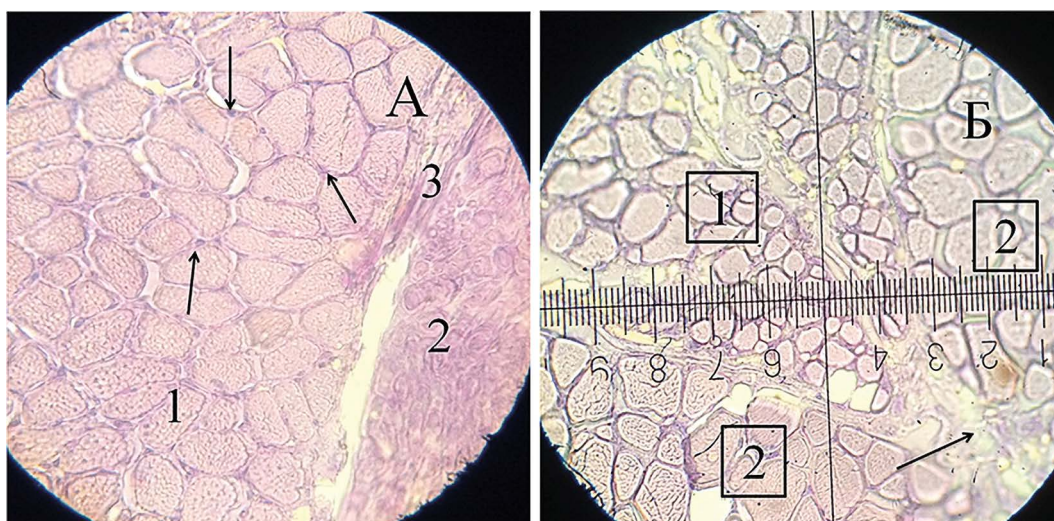


Рис. 3. Красные мышечные волокна в составе боковой поверхностной мышцы.

А: 1 — красные волокна, 2 — блуждающий нерв, 3 — эндомизий (стрелками показаны формирующиеся волокна);
Б: 1 — красные волокна, 2 — белые волокна (стрелкой показан эндомизий)

Средняя площадь красных волокон (медленных) в три раза меньше, чем белых. При этом они более округлые и по своему внешнему виду напоминают белую мускулатуру предличинок и личинок (рис. 3). Красная мускулатура содержит больше жировых включений и соединительной ткани, чем белая. Низкое количество медленных волокон на единицу площади связано с высокой долей соединительнотканых прослоек в этих мышцах (табл. 4, рис. 3).

В связи со значительным увеличением диаметра мышечных волокон их количество на

единицу площади уменьшается в 6,5 раз по сравнению с личинками в возрасте 65 суток, а количество новообразованных симпластов снижается в 32,5 раза. Несмотря на невысокую пролиферативную активность мускулатуры, в её структуре присутствует достаточное количество миосателлитоцитов, необходимых не только для роста, но и для регенерации ткани. При содержании рыбы в искусственных условиях нередко возникает необходимость в повышенной плотности посадки. Такие меры могут приводить к травмам рыб, и в этом слу-

Таблица 4. Характеристика мускулатуры годовиков американского гольца

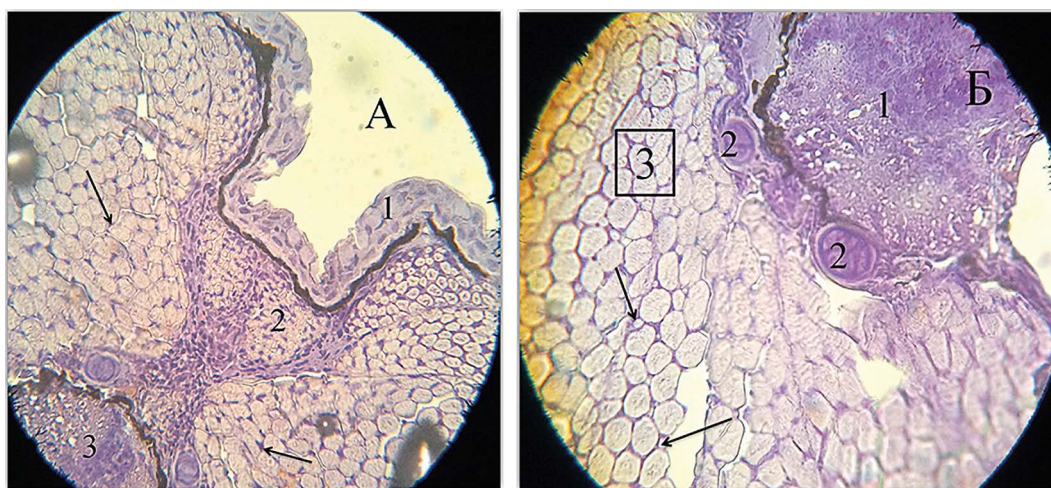
Показатель	Туловищная мускулатура рыбы	
	Белая	Красная
Диаметр волокон, мкм	46,4±1,88	25,9±0,96
Средняя площадь отдельного волокна, мкм ²	1691,9	526,1
Площадь, занимаемая мышечными волокнами, в % от 1 мм ²	98,9	50,9
Количество сформировавшихся волокон в 1 мм ² , шт.	584,6±29,2	2028±146,3
Количество формирующихся симпластов в 1 мм ² , шт.	117±29,2	967,2±52,2

чае их выживаемость во многом зависит от регенерирующей способности тканей [Евгеньева, 2004].

Развитие мышечной ткани представляет собой сложный процесс последовательного превращения популяций клеток одного типа в клетки иного типа, их взаимодействия друг с другом и с локальной средой. Закладка мышечных клеток-предшественников происходит в сомитах в эмбриогенезе [Stellabotte, Devoto, 2007]. Эти клетки мигрируют к местам формирования мышц, происходит детерминация и образуются G₁-миобласты — недифференцированные одноядерные клетки, способные к митотическому делению. При дифференцировке G₁-миобластов часть из них становится миосателлитоцитами, а другая часть переходит в форму G₀ — миобластов, которые выстраиваются в цепочку, сливаются и образуют симпласт (миотубу) — многоядерную структуру

с центрально расположенными ядрами. Интенсивное формирование миофибрилл в симпласте приводит к перемещению его ядер к периферии и образованию мышечного волокна (рис. 4).

Миосателлиты, находящиеся в стадии покоя, располагаются между базальной мембраной и сарколеммой мышечного волокна [Koumans, Akster, 1995]. Интенсивные физические нагрузки, а также повреждение мышечной ткани вызывают активацию сателлитов, которая происходит за счёт воздействия на них факторов роста, выделяемых зрелыми волокнами [Tatsumi et al., 2006]. Кроме того, факторы роста принимают участие во всех этапах миогенеза и контролируют развитие мышечной ткани на протяжении всей жизни организма [Копанцева, Белявский, 2016]. Активированные миосателлитоциты, проходя стадии миобластов и миотуб, могут увеличить

**Рис. 4.** Гиперплазия белой мускулатуры.

А — в дорсальной зоне (возраст личинки 55 суток): 1 — эпителий, 2 — красные мышечные волокна, 3 — спинной мозг; Б — в латеральной зоне (возраст личинки 65 суток): 1 — спинной мозг, хондроциты дорсальной дуги позвонка, 3 — белые мышечные волокна. Стрелками показаны ядра формирующихся волокон

зрелое волокно в длину либо сформировать новую мышечную клетку [Koumans et al., 1990].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых исследований выявлены периоды пролиферативной активности белой мускулатуры американского гольца. Наибольшая интенсивность гиперплазии у рыб наблюдается в возрасте 15 суток и интервале между 35 и 45 сутками при температуре опыта (4–5 °С). Существенное её снижение у рыб в возрасте 25 суток связано с отсутствием у них активных движений. Помимо увеличения количества мышечных волокон, жизненно важным для молоди является и их гипертрофия. Не обладая достаточной площадью поперечного сечения, волокна не способны обеспечить рыбе полноценную двигательную активность.

Интенсивность гиперплазии у годовиков американского гольца значительно ниже, чем у личинок. У годовиков после завершения формирования структур организма в росте мускулатуры заметную роль начинает играть гипертрофия, на что указывает появление в составе белых мышц волокон с диаметром более 40 мкм. Количество новообразованных мышечных волокон на единицу площади у них снижается в 33 раза по сравнению с личинками. Кроме того, у годовалых рыб хорошо заметны различия между красными и белыми волокнами, в то время как на ранних стадиях граница между ними плохо различима.

Полученные данные свидетельствуют о непосредственной связи развития мускулатуры в различных её зонах с функциональной активностью молоди рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Евгеньева Т.П. 2004. Гистофизиология мышечной ткани рыб. М.: ИПЭЭ им. А.Н. Северцова, 157 с.
- Золотова А.В., Панов В.П., Есавкин Ю.И. 2013. Рост соматических структур и морфометрическая характеристика скелетной мускулатуры нильской тилапии // Известия ТСХА. Вып. 2. С. 76–87.
- Золотова А.В., Панов В.П., Есавкин Ю.И., Просекова Е.А. 2015. Рост и анатомо-гистологическая характеристика осевой мускулатуры клариевого сома (*Clarias gariepinus*, Burchell) // Известия ТСХА. Вып. 5. С. 81–93.
- Копанцева Е.Е., Белявский А.В. 2016. Регуляторы скелетно-мышечного миогенеза // Молекулярная биология. Т. 50. № 2. С. 195–222.
- Панов В.П., Золотова А.В., Есавкин Ю.И. 2009. Гистоструктура мускулатуры двух форм радужной форели, выращенной в условиях тепловодного хозяйства // Рыбпром: технология и оборудование для переработки водных биоресурсов. № 4. С. 40–44.
- Koumans J.T.M., Akster H.A. 1995. Myogenic cells in development and growth of fish // Comp. Biochem. Physiol., V. 110 A. P. 3–20.
- Koumans J.T.M., Akster H.A., Dulos G.J., Osse J.W.M. 1990. Myosatellite cells of *Cyprinus carpio* (Teleostei) in vitro: isolation, recognition and differentiation // Cell Tissue Rec., V. 3, P. 173–81.
- Rasmussen R.S., Ostefeld T.H. 2000. Effect of growth rate on quality traits and feed utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) // Aquaculture, V. 184. P. 327–337.
- Stellabotte F., Devoto S.H. 2007. The teleost dermomyotome // Developmental dynamics, V. 236 (9). P. 2432–2443.
- Tatsumi R., Liu X., Pulido A., Morales M., Sakata T., Dial S., Hattori A., Ikeuchi Y., Allen R.E. 2006. Satellite cell activation in stretched skeletal muscle and the role of nitric oxide and hepatocyte growth // Am.J. Physiol. V. 290 (6). P. 1487–1494.

Поступила в редакцию 19.09.2018 г.
Принята после рецензии 30.10.2018 г.

Commercial species and their biology

Growth and development of the muscles of the brook char in different periods of ontogenesisV.P. Panov¹, S.S. Falij¹, Y.I. Yesavkin¹, A.V. Zhigin²¹Russian State Agrarian University — Timiryazev Agricultural Academy (FSBEI HE «RSAU Timiryazev AA»), Moscow²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

In this article are shown results of research brook char musculature in different postnatal period stages. Special attention is given to early stages of fish growth, such as prelarval and larval stages. Authors are describes specificity of histostructure of muscular tissue of youth brook char, depending on behavior feature during different postnatal period stages. Article gives comparative characteristics of musculature structure in yearly postnatal ontogenesis and 1-year-old individuals. On the early ontogenesis stages density of fish musculature is quite low and new fibers are formed. Later, in 60 days age, muscular density reaches high values. This related to transition to external feeding. When the juveniles grow, the hypertrophy process begins to prevail over the hyperplasia process, in result diameter of the fibers increase. In one year old age all organism systems are formed, but somatic growth activity is still positive due to musculature. The findings can be used to regulate somatic growth of fish in aquaculture with controlled environment.

Keywords: brook char *Salvelinus fontinalis*, myogenesis, hyperplasia, hypertrophy.

REFERENCES

- Evgen'eva T.P. 2004. Gistofiziologiya myshechnoj tkani ryb [Histophysiology of fish muscle tissue. M.: IPEHEH im. A.N. Severtsova. 157 s.
- Zolotova A.V., Panov V.P., Esavkin Yu.I. 2013. Rost somaticheskikh struktur i morfometricheskaya harakteristika skeletnoj muskulatury nil'skoj tilyapii [Growth of somatic structures and morphometric characteristics of skeletal muscles of Nile tilapia] // Izvestiya TSKHA. Vyp. 2. S. 76–87.
- Zolotova A.V., Panov V.P., Esavkin Yu.I., Prosekova E.A. 2015. Rost i anatomogistologicheskaya harakteristika osevoj muskulatury klarievogo soma (*Clarias gariepinus*, Burchell) [Growth and anatomical and histological characteristics of axial musculature of clary catfish] // Izvestiya TSKHA. Vyp. 5. S. 81–93.
- Kopantseva E.E., Belyavskij A.V. 2016. Regulatory skeletno-myshechnogo miogeneza [Regulators of skeletal muscle myogenesis] // Molekulyarnaya biologiya. T. 50. № 2. S. 195–222.
- Panov V.P., Zolotova A.V., Esavkin Yu.I. 2009. Gistostruktura muskulatury dvuh form raduzhnoj foreli, vyrashchennoj v usloviyah teplovodnogo hozyajstva [Histostructure of muscles of two forms of rainbow trout grown in the conditions of heat-water economy] // Rybprom: tekhnologiya i oborudovanie dlya pererabotki vodnyh bioresursov, № 4. S. 40–44.
- Koumans J.T.M., Akster H.A. 1995. Myogenic cells in development and growth of fish // Comp. Biochem. Physiol., V. 110 A. P. 3–20.
- Koumans J.T.M., Akster H.A., Dulos G.J., Osse J.W.M. 1990. Myosatellite cells of *Cyprinus carpio* (Teleostei) in vitro: isolation, recognition and differentiation // Cell Tissue Rec., V. 3, P. 173–81.
- Rasmussen R.S., Ostfeld T.H. 2000. Effect of growth rate on quality traits and feed utilization of rainbow trout

- (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) // *Aquaculture*, V. 184. P. 327–337.
- Stellabotte F., Devoto S.H.* 2007. The teleost dermomyotome // *Developmental dynamics*, V. 236(9). P. 2432–2443.
- Tatsumi R., Liu X., Pulido A., Morales M., Sakata T., Dial S., Hattori A., Ikeuchi Y., Allen R.E.* 2006. Satellite cell activation in stretched skeletal muscle and the role of nitric oxide and hepatocyte growth // *Am.J. Physiol.* V. 290(6). P 1487–1494.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Morphological parameters of the brook char

Table 2. Development of white muscles in connection with the behavior of fish

Table 3. Morphometric characteristics of white muscle fibers of brook char juveniles

Table 4. Muscle characteristic of brook char yearlings

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Age dynamics of proliferative activity of white fibers

Fig. 2. Epaxial muscles.

1 — white muscles; 2 — red muscle fibers under the skin. The black arrow shows the white muscle fibers, red arrow — endomysium

Fig. 3. Red fibers includes superficial muscle.

A: 1 — red muscle fibers, 2 — vagus nerve, 3 — endomysium, the arrow show the forming fibers; B: 1 — red muscle fibers, 2 — white muscle fibers, the arrow show endomysium

Fig. 4. White muscle hyperplasia.

A — in the dorsal area (the age of the larvae — 55 days): 1 — epithelium, 2 — red muscle fibers, 3 — spinal cord; B — in the lateral area (the age of the larvae — 65 days): 1 — spinal cord, 2 — chondrocytes of dorsal arch of vertebra, 3 — white muscle fibers. The arrows show the nuclei of the forming fibers

Промысловые виды и их биология

УДК 597.56–111

Сравнительный анализ состава лейкоцитов периферической крови и кроветворных органов наваги и налимаТ.А. Суворова¹, Р.А. Шаяхметов², Д.В. Микряков¹

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ФГБУН «ИБВВ им. И.Д. Папанина»), п. Борок

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»), г. Москва

E-mail: tanya@ibiw.yaroslavl.ru

Состав лейкоцитов отражает видовые и экологические особенности рыб, а соотношение отдельных типов клеток — функциональное состояние организма и характер влияния биотических и абиотических стресс-факторов. В настоящее время лейкоцитарный состав хорошо изучен у представителей различных систематических и экологических групп, однако недостаточно работ по сравнительному анализу у морских и пресноводных рыб одного семейства, тогда как это важно для оценки качества среды обитания и состояния здоровья рыб. Для получения таких данных проведено изучение состава лейкоцитов наваги и налима — ценных промысловых представителей отряда Трескообразные Gadiformes. Навага была отловлена на Беломорской биологической станции МГУ им. Н.А. Перцова на северо-западном побережье Кандакшского залива Белого моря в августе 2014 г., а налим — на Волжском плёсе Рыбинского водохранилища в декабре-январе 2014–2015 гг. Сравнительное исследование лейкограмм наваги и налима показало различия процентного соотношения некоторых клеточных элементов, однако достоверные отличия зафиксированы в содержании нейтрофилов и бластных форм клеток в периферической крови. Выявленные незначительные отличия между показателями у исследуемых видов рыб, вероятно, связаны с сезоном года и видовыми особенностями.

Ключевые слова: налим *Lota lota*, навага *Eleginus nawaga*, лейкоциты, кровь, почка, селезёнка.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы возрос интерес к сравнительным иммунологическим исследованиям, в частности, к изучению клеток иммунной системы рыб — лейкоцитов. Они определяют работу иммунной системы, синтезируют большинство иммунологических молекул, в т. ч. специфических антител, и выполняют разноо-

бразные физиологические и иммунологические функции. К основным типам клеток белой крови рыб относят лимфоциты, моноциты, нейтро-, эозино- и базофилы. Состав лейкоцитов отличается у различных по высоте организации и экологии видов, обитающих в пресноводных и морских экосистемах [Иванова, 1983; Головина, Тромбицкий, 1989; Микряков, 1991; То-

чилина, 1994; Серпунин, 2002; Галактионов, 2005; Грушко и др., 2009; Яхненко, Клименков, 2009; Назарова, Заботкина, 2010; Минеев, Калинин, 2012; Заботкина и др., 2015; Ellis, 1977; Gordeev et al., 2017; и др.].

Вместе с тем, имеющиеся сведения о составе, морфологических особенностях и количественной динамике лейкоцитов у пресноводных и морских рыб не позволяют эффективно использовать показатели белой крови в качестве биоиндикатора оценки качества среды обитания и мониторинга состояния здоровья рыб. В литературе недостаточно работ, посвящённых сравнительному анализу состава лейкоцитов у морских и пресноводных видов рыб. Они касаются исследований лейкоцитарного состава периферической крови [Иванов и др., 2018], головного и туловищного отделов почек [Назарова, Заботкина, 2010], относительного числа различных форм лейкоцитов в крови больных и здоровых рыб [Маклакова, 2012], PAS-положительных лейкоцитов периферической крови [Barber, Westermann, 1978], состава и функций гранулоцитов [Ainsworth, 1992]. Получение и накопление таких данных важно для изучения функционирования иммунной системы рыб и экологического состояния водоёма.

В настоящей работе проведено сравнительное исследование состава лейкоцитов рыб сем. Тресковые (*Gadidae*) на примере наваги *Eleginus nawaga* Kolreuter, 1770 (*Gadiformes: Gadidae*) и налима *Lota lota* L., 1758 (*Gadiformes: Lotidae*).

Навага — морская прибрежная холодолюбивая рыба нагуливается летом, питается многощетинковыми червями и рачками. Длина тела обычно до 30 см, весит до 250 г, но встречаются особи до 53 см и весом 1,1 кг. Половой зрелости достигает в 2–4 года. Нерестится с декабря по февраль только в солёной воде при температуре минус 1–1,5 °С [Рыбы ..., 2013].

Налим — пресноводный вид, нерестится и нагуливается в холодное время года, питается беспозвоночными, ракообразными, рыбой. Средняя длина тела составляет от 40 до 60 см, вес 1–1,5 кг. Половой зрелости достигает в возрасте 2–7 лет. Нерестится в декабре–феврале при температуре воды около 0 °С [Атлас ..., 2002].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили на 5 половозрелых особях наваги средней массой 87 ± 8 г, длиной $24,7 \pm 5$ см и 3 особях налима средней массой 728 ± 143 г, длиной 45 ± 4 см. Рыб отлавливали в разные сезоны года. Навага была отловлена на Беломорской биологической станции МГУ им. Н.А. Перцова на северо-западном побережье Кандалакшского залива Белого моря в августе 2014 г. донными удочками с лодки, а налимом — на Волжском плёсе Рыбинского водохранилища в декабре-январе 2014–2015 г. г. посредством ставных сетей и жерлиц.

Кровь отбирали из хвостовой вены у налима сразу после вылова, а у наваги через сутки после выдерживания в аэрированной воде. Каплю крови наносили на обезжиренное предметное стекло, делали мазок. Мазки-отпечатки почки и селезёнки делали со среза исследуемого органа. После этого препараты сушили и фиксировали в 96%-ном этаноле 30 мин. Подсохшие мазки и мазки-отпечатки окрашивали по Романовскому-Гимза. Препараты просматривали под световым микроскопом «Биомед-6ПР1-ФК» ($\times 360$), анализируя в каждой мазке 200 клеток белой крови. Лейкоциты идентифицировали и считали относительное количество лимфоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, моноцитов и бластных форм клеток согласно классификации Ивановой [1983].

Статистическую обработку результатов исследования проводили по стандартным алгоритмам, реализованным в пакете программ (Statistica) с использованием t-теста ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Состав лейкоцитов обоих видов имеет сходный характер и представлен такими же типами клеток, как и у других видов рыб [Иванова, 1983; Головина, Тромбицкий, 1989]. В исследуемых тканях и органах наваги и налима обнаружены отличия процентного содержания разных форм лейкоцитов (табл.). Белая кровь исследованных рыб носит ярко выраженный лимфоидный характер. Содержание остальных типов клеток (нейтрофилов, эозинофилов, моноцитов) не превышало 3%, за исключени-

Таблица. Состав и соотношение лейкоцитов в периферической крови и иммунокомпетентных органах, %

Лимфоциты	Моноциты/ макрофаги	Нейтрофилы		Эозинофилы	Бластные формы
		ПЯ	СЯ		
Периферическая кровь, %					
<u>86,90±1,66</u>	<u>3,00±0,50</u>	<u>1,00±0,41</u>	<u>0,10±0,10</u>	<u>0,20±0,12</u>	<u>7,30±0,48</u>
89,66±0,66	1,00±0,00*	3,33±1,42	2,16±0,44*	0	3,16±1,16*
Почки, %					
<u>90,10±0,99</u>	<u>0,30±0,12</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>9,60±1,02</u>
85,66±5,93	0,50±0,28	0,83±0,16	2,50±1,80	0	9,83±3,37
Селезёнка, %					
<u>88,40±0,96</u>	<u>0,80±0,25</u>	<u>0,90±0,29</u>	<u>0,40±0,29</u>	<u>0</u>	<u>9,50±0,70</u>
94,83±2,04*	1,00±0,57	0,33±0,33	0	0	3,83±1,58*

* Достоверные отличия между видами.

Примечания: Над чертой — навага, под чертой — налим. ПЯ — палочкоядерные, СЯ — сегментоядерные.

ем бластных форм клеток. Процентное содержание лейкоцитов в крови наваги согласуется с данными, полученными М.Е. Маклаковой [2012]. Картина крови налима, отловленного в преднерестовый—нерестовый период, сходна с данными, полученными на двухлетних особях налима, за исключением наличия базофилов [Пронина и др., 2017], и отличается содержанием нейтрофилов, моноцитов и бластных форм клеток от особей, отловленных в августе—сентябре на плёсах Рыбинского водохранилища [Заботкина и др., 2015].

Сравнительное исследование лейкограмм наваги и налима показало различия процентного соотношения некоторых форм клеток. В крови наваги, по сравнению с налимом, выше содержание моноцитов и бластных клеток и ниже — лимфоцитов и нейтрофилов, а также присутствуют эозинофилы. В почке значимых отличий не обнаружено, кроме отсутствия гранулоцитов у наваги. В селезёнке исследуемых видов зафиксированы достоверные отличия содержания лимфоцитов и бластных форм клеток.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Лимфоциты — центральные клетки иммунной системы, которые подразделяются на две основные субпопуляции: Т- и В-лимфоциты. Т- лимфоциты осуществляют функции распознавания чужеродных тел, разрушения антигена, формирования специфического иммунитета и адаптации рыб к паразитам и ток-

сическим факторам, а В-лимфоциты функцию синтеза антител, образования предшественников антителообразующих клеток и формирования клеток памяти. Гранулоциты и моноциты участвуют в фагоцитозе микроорганизмов, синтезе медиаторов иммунного ответа, специфических факторов иммунитета, регуляции иммуно- и гранулопоэза [Петров, 1987; Микряков, 1991; Ройт и др., 2000; Хаитов и др., 2002; Галактионов, 2005; Manning, Nakanishi, 1996; Van Muiswinkel, Vervoorn-Van Der Waal, 2006]. Юные незрелые или бластные формы клеток у пресноводных видов могут составлять до 10%. Их доля в лейкограмме зависит от видовых и экологических особенностей рыб [Иванова, 1983; Головина, Тромбицкий, 1989]. В доступной литературе отсутствуют сведения о функциональном значении этих клеток в реализации иммунологических функций и патологических процессов.

Отличия в количественном содержании различных форм лейкоцитов в исследуемых тканях и органах связаны с особенностями структурно-функциональной организации системы гемопоэза. Периферическая кровь, находящаяся в русле сосудов, служит транзитом иммунокомпетентных клеток, в котором проявляется суммарный эффект изменения активности иммунной системы [Лебедев, Понякина, 1990]. Почки — основной орган кроветворения у костистых рыб, в нём присутствуют все типы клеток лимфо-миелоидной ткани на разных стадиях развития. Селезён-

ка — место лимфо- и гранулопоэза [Иванова, 1983; Микряков, 1991; Заботкина, Микряков, 1996; Ellis, 1977; Zapata, 1979; Secombes et al., 1983]. Выявленные отличия в процентном соотношении лейкоцитов у исследуемых видов рыб связаны с комплексом факторов: видовыми и экологическими особенностями, сезоном года (навага отловлена в нагульный период, а налим — в преднерестовый-нерестовый), способами отлова и продолжительности времени отбора проб у рыб после поимки. Однако для определения степени влияния каждого из вышеперечисленных факторов на состав и процентное содержания лейкоцитов у наваги и налима требуется проведение дополнительных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведённые исследования состава лейкоцитов периферической крови, почки и селезёнки налима и наваги показали сходства и различия. Наличие в лейкограммах обоих видов рыб более высокого или более низкого содержания разных форм клеток зависело от исследуемой ткани и органа. Полученные результаты наблюдений указывают на целесообразность дальнейших исследований по изучению состава лейкоцитов и выявления отличий между морскими и пресноводными видами рыб.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема № АААА-А18-118012690123-4).

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас пресноводных рыб России. 2002 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука. Т. 2. 253 с.*
- Галактионов В.Г. 2005. Эволюционная иммунология. М.: ИКЦ «Академкнига». 408 с.*
- Головина Н.А., Тромбицкий И.Д. 1989. Гематология прудовых рыб. Кишинев: Штиинц. 156 с.*
- Грушко М.П., Ложниченко О.В., Федорова Н.Н. 2009. Гемопоз у осетровых рыб. Астрахань: Триада. 190 с.*
- Заботкина Е.А., Микряков В.Р. 1996. Влияние карбофоса на иммунокомпетентные клетки и структуру селезёнки карпа // Цитология. № 4–5. С. 551–554.*
- Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Середняков В.Е., Нестерова Т.А. 2015. Экологическая пластичность гематологических показателей пресноводных костистых рыб // Труды ИБВВ. Вып. 72(75). С. 16–29.*
- Иванов А.А., Пронина Г.И., Корягина Н.Ю. 2018. Гематология пойкилотермных гидробионтов. Иркутск: ООО «Мегапринт». 133 с.*
- Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 184 с.*
- Лебедев К.А., Понякина И.Д. 1990. Иммунограмма в клинической практике. М.: Наука. 224 с.*
- Маклакова М.Е. 2012 г. Иммуно-физиологический статус у рыб из природных популяций и аквакультуры в норме и при патологии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва. 25 с.*
- Микряков В.Р. 1991. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб. Рыбинск: ИБВВ РАН. 153 с.*
- Минеев А.К., Калинин Е.А. 2012. Особенности лейкоцитарной формулы у плотвы (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) из водоёмов разного типа (на примере Саратовского водохранилища и малых рек Республки Удмуртия) // Известия Самарского НЦ РАН. № 1. С. 213–217.*
- Назарова Е.А., Заботкина Е.А. 2010. Особенности лейкоцитарного состава почек у некоторых видов пресноводных и морских костистых рыб // Биология внутренних вод. № 2. С. 92–97.*
- Петров Р.В. 1987. Иммунология. М.: Медицина. 416 с.*
- Пронина Г.И., Петрушин В.А., Терентьев П.В., Петрушин А.Б. 2017. Сравнительная физиолого-иммунологическая оценка сома обыкновенного (*Silurus glanis*) и налима (*Lota lota*) // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. № 6. С. 107–111.*
- Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. 2000. Иммунология. Пер. с англ. М.: Мир. 592 с. (Roitt I., Brostoff J., Male D. Immunology. 5th ed. London: Mosby International Ltd., 1998. 423 p.)*
- Рыбы в заповедниках России. 2013. В двух томах (под ред. Ю.С. Решетникова). Т. 2. Морские рыбы. М.: Т-во научных изданий КМК. 673 с.*
- Серпунин Г.Г. 2002. Гематологические показатели адаптаций рыб: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Калининград: КГТУ. 49 с.*
- Точилина Л.В. 1994. Лейкоцитарная формула морских рыб // Гидробиологический журнал. Т. 30. № 3. С. 50–57.*
- Хаитов Р.М., Игнатьева Г.А., Сидорович И.Г. 2002. Иммунология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина. 536 с.*
- Яхненко В.М., Клименков И.В. 2009. Особенности состава и структуры клеток крови рыб пелагиали и прибрежья озера Байкал // Известия РАН. Серия биологическая. № 1. С. 46–54.*

- Ainswort A.J. 1992. Fish granulocytes: morphology, distribution and function // Annual Rev. of Fish Diseases. 2, 123–148.
- Barber D.L., Westermann J.E. 1978. Observations on development and morphological effects of histamine liberator 48/80 on PAS-positive granular leukocytes and heterophils of *Catostomus commersoni* // J. Fish Biol. 13(5):563–574.
- Ellis A.E. 1977. The leucocytes of fish: a review // J. Fish. Biol. V. 11. № 5. P. 453–491.
- Gordeev I.I., Mikryakov D.V., Balabanova L.V., Mikryakov V.R. 2017. Composition of leucocytes in peripheral blood of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*, Smitt, 1898) (Nototheniidae) // Polar Res. V. 36:1, 1374126, DOI:10.1080/17518369.2017.1374126
- Manning M.J., Nakanishi T. 1996. The specific immune system: cellular defenses. London. Academic Press. P. 160–206.
- Secombes C.J., Van Groningen J.M., Egberts E. 1983. Ontogeny of the immune system in carp (*Cyprinus carpio* L.). The appearance of antigenic determinants on lymphoid cells detected by mouse anti-carp thymocyte monoclonal antibodies // Dev. comp. immunol. Vol. 7. P. 455–464.
- Van Muiswinkel W., Vervoorn-Van Der Wal B. 2006. The immune system of fish // Fish Diseases and Disorders. Vol. 1. P. 678–701.
- Zapata A.G. 1979. Ultrastructural study of the teleost fish kidney // Develop. and Comp. Immunol. № 3. P. 55–65.

Поступила в редакцию 21.06.2018 г.
Принята после рецензии 24.09.2018 г.

Commercial species and their biology

Comparative analysis of the composition of leukocytes of peripheral blood and hematopoietic organs of Navaga and Burbot

T.A. Suvorova¹, R.A. Shayakhmetov², D.V. Mikryakov¹

¹I.D. Papanin' Institute for Biology of Inland Waters RAS (FSBIS «IBIW RAS»), Borok

²M.V. Lomonosov Moscow State University (FSBEI HE «MSU»), Moscow

The composition of leukocytes reflects the species and ecological characteristics of fish, and the ratio of individual cell types is the functional state of the organism and the nature of the influence of biotic and abiotic stress factors. Currently, the leukocyte composition is well studied in representatives of various systematic and ecological groups, however, comparative analysis in marine and freshwater fish of one family is not enough, whereas it is important for assessing the quality of the habitat and the state of fish health. To obtain such data, a study was made of the composition of leucocytes of navaga and burbot-valuable cod-shaped representatives of the order Gadiformes. Navaga was caught at the Belomorsk Biological Station of the Moscow State University. ON. Pertsov on the northwestern coast of the Kandalaksha Gulf of the White Sea in August 2014, and burbot on the Volga ridge of the Rybinsk Reservoir in December-January 2014–2015. A comparative study of leukograms Navaga and burbot showed a difference in the percentage ratio of some cellular elements, but significant differences were recorded in the content of neutrophils and blast cell forms in peripheral blood. The revealed insignificant differences between the indices of the fish species under study are probably related to the season of the year and specific features.

Keywords: burbot *Lota lota*, navaga *Eleginus nawaga*, leukocytes, blood, kidney, spleen.

REFERENCES

- Atlas presnovodnyh ryb Rossii* [Atlas of Freshwater Fishes of Russia]. 2002. / Pod red. Y.S. Reshetnikova. M.: Nauka. T. 2. 253 s.
- Galaktionov V.G.* 2005. Ehvolucionnaya immunologiya: uchebnoe posobie [Evolutionary Immunology: The Manual]. M.: IKC Akademkniga. 408 s.
- Golovina N.A., Trombickij I.D.* 1989. Gematologiya prudovyh ryb [Hematology of Pond Fish]. Kishinev: Shtiinca. 156 s.
- Grushko M.P., Lozhnichenko O.V., Fedorova N.N.* 2009. Gemopoez u osetrovyyh ryb [Hemopoiesis in Sturgeons]. Astrahan': Triada. 190 s.
- Zabotkina E.A., Mikryakov V.R.* 1996. Vliyaniye karbofosa na immunokompetentnye kletki i strukturu selezhenki karpa [The effect of malathion on immunocompetent cells and spleen structure of carp] // *Citologiya*. № 4–5. С. 551–554.
- Zabotkina E.A., Lapirova T.B., Serednyakov V.E., Nesterova T.A.* 2015. Ehkologicheskaya plastichnost' gematologicheskikh pokazatelej presnovodnyh kostistyh ryb [Ecological plasticity of hematological parameters of fresh-water teleost fish] // *Fiziologiya i biokhimiya vodnyh zhivotnyh / otv. red. G.M. Chujko*. Yaroslavl': Kancler. (RAN, Institut biologii vnutrennih vod im. I.D. Papanina. Trudy: vyp. 72(75), 2015). S. 16–29.
- Ivanov A.A., Pronina G.I., Koryagina N. Yu.* 2018. Gematologiya pojkilotermyh gidrobiontov [Hematology of poikilothermic hydrobionts]. Irkutsk: OOO «Megaprint». 133 s.
- Ivanova N.T.* 1983. Atlas kletok krovi ryb [The Atlas of Blood Cells of Fish]. M.: Leg. i pishch. prom-st'. 184 s.
- Lebedev K.A., Ponyakina I.D.* 1990. Immunogramma v klinicheskoy praktike [Immunogram in clinical practice]. M.: Nauka. 224 s.
- Maklakova M.E.* 2012. Immuno-fiziologicheskij status u ryb iz prirodnyh populyacij i akvakul'tury v norme i pri patologii [Immune-physiological status of fish from natural populations and aquaculture in norm and pathology]: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Moskva. 25 s.
- Mikryakov V.R.* 1991. Zakonomernosti formirovaniya priobretnennogo immuniteta u ryb [Patterns of Formation of Acquired Immunity in Fish]. Rybinsk: IBVV RAN. 153 s.
- Mineev A.K., Kalinin E.A.* 2012. Osobennosti lejkocitarnoy formuly u plotvy (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) iz vodoyomov raznogo tipa (na primere Saratovskogo vodohranilishcha i malyh rek Respubliki Udmurtiya) [Specific features the leukocyte formula in roach (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) from water bodies of different types (by the example of the Saratov reservoir and small rivers of the Republic of Udmurtia)] // *Izvestiya Samarskogo NC RAN*. № 1. S. 213–217.
- Nazarova E.A., Zabotkina E.A.* 2010. Osobennosti lejkocitarnogo sostava pochek u nekotoryh vidov presnovodnyh i morskikh kostistyh ryb [Specific features the composition of leukocytes in the kidneys of some specific of freshwater and marine bony fishes] // *Biologiya vnutrennih vod*. № 2. S. 92–97.
- Petrov R.V.* 1987. Immunologiya [Immunology]. M.: Medicina. 416 s.
- Pronina G.I., Petrushin V.A., Terent'ev P.V., Petrushin A.B.* 2017. Sravnitel'naya fiziologo-immunologicheskaya ocenka soma obyknovennogo (*Silurus glanis*) i nalima (*Lota lota*) [Comparative physiological and immunological assessment of catfish (*Silurus glanis*) and burbot (*Lota lota*)] // *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. № 6. S. 107–111.
- Ryby v zapovednikah Rossii* [Fishes in nature reserves of Russia]. 2013. V 2 t. (pod red. Y.S. Reshetnikova). T. 2. Morskie ryby. M.: T-vo nauchnyh izdanij KMK. 673 s.
- Serpunin G.G.* 2002. Gematologicheskie pokazateli adaptacij ryb: Avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Kaliningrad [Hematological parameters of fish adaptation, Extended Abstract of Doctor Sci. (Biol) Dissertation]; KGTU. 49 s.
- Tochilina L.V.* 1994. Lejkocitarnaya formula morskikh ryb [Leukocyte formula of marine fish] // *Gidrobiologicheskij zhurnal*. T. 30. № 3. S. 50–57.
- Haitov R.M., Ignat'eva G.A., Sidorovich I.G.* 2002. Immunologiya [Immunology]: Uchebnyk. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Medicina. 536 s.
- Yahnenko V.M., Klimenkov I.V.* 2009. Osobennosti sostava i struktury kletok krovi ryb pelagialii i pribrezh'ya ozera Bajkal [Specific features the composition and structure of blood cells of pelagic fish and the coastal waters of Lake Baikal] // *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya*. № 1. s. 46–54.
- Ainswort A.J.* 1992. Fish granulocytes: morphology, distribution and function // *Annual Rev. of Fish Diseases*. 2, 123–148.
- Barber D.L., Westermann J.E.* 1978. Observations on development and morphological effects of histamine liberator 48/80 on PAS-positive granular leukocytes and heterophils of *Catostomus commersoni* // *J. Fish Biol.* 13(5):563–574.
- Ellis A.E.* 1977. The leucocytes of fish: a review // *J. Fish Biol.* V. 11. № 5. P. 453–491.
- Gordeev I.I., Mikryakov D.V., Balabanova L.V., Mikryakov V.R.* 2017. Composition of leucocytes in peripheral blood of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*, Smitt, 1898) (Nototheniidae) // *Polar*

- Res. V. 36:1, 1374126, DOI:10.1080/17518369.2017.1374126
- Manning M.J., Nakanishi T. 1996. The specific immune system: cellular defenses. London. Academic Press. P. 160–206.
- Secombes C.J., Van Groningen J.M., Egberts E. 1983. Ontogeny of the immune system in carp (*Cyprinus carpio* L.). The appearance of antigenic determinants on lymphoid cells detected by mouse anti-carp thymocyte monoclonal antibodies // Dev. comp. immunol. Vol. 7. P. 455–464.
- Van Muiswinkel W., Vervoorn-Van Der Wal B. 2006. The immune system of fish // Fish Diseases and Disorders. Vol. 1. P. 678–701.
- Zapata A.G. 1979. Ultrastructural study of the teleost fish kidney // Develop. and Comp. Immunol. № 3. P. 55–65.

TABLE CAPTIONS

Table. Composition of leukocytes in peripheral blood and immunocompetent organs, %.

Водные биологические ресурсы

УДК 597–19(282.247.412)

**Результаты рыбохозяйственного обследования
р. Ока в границах Московской области***А.Д. Быков, Ю.А. Митенков*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: 89262725311@rambler.ru

Приводятся краткие сведения об особенностях гидрологического и гидробиологического режимов р. Ока в границах Московской области в зависимости от морфологического строения русла и характера донных субстратов. Дается описание структуры уловов плавных и кольцевых сетей, а также малькового невода на разных биотопах русловой зоны и придаточной системы Московских участков р. Ока в многолетнем аспекте. Установлена структура ихтиоценозов медиальной и рипальной зон реки, а также водоёмов её придаточной системы. Показан современный состав ихтиофауны и встречаемость отдельных видов рыб и рыбообразных р. Ока в границах Московской области. Кратко охарактеризовано состояние популяций редких, инвазийных видов рыб и круглоротых. Рассматривается вопрос влияния отдельных природных и антропогенных факторов на количественные показатели динамики ихтиомассы рыб в русловой зоне реки в зависимости от сезона года и особенностей рельефа дна.

Ключевые слова: р. Ока, Московская область, структура уловов, состав ихтиофауны, ихтиомасса рыб.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует ряд работ посвящённых исследованию ихтиофауны реки Ока, однако состав рыбного населения для русловой зоны реки описан преимущественно для её верховьев в границах Орловской области [Иванчев, Иванчева, 2015; Быков, Митенков, 2018], верхнего течения в границах Тульской и Калужской областей [Подушка, Шебанин, 1999; Кудинов и др., 2007; Королев, Решетников, 2008; Митенков, Быков, 2016] или среднего течения в границах Рязанской области

[Пермитин, 1964; Иванчев, Иванчева, 2010]. Сведения о распространении отдельных видов рыб также приводятся для тех же участков реки.

Вместе с тем, на протяжении 200 км р. Ока протекает в границах Московской области, где ихтиофауна реки не описана.

Целью нашей работы является обобщение многолетних сведений о составе ихтиофауны и структуре ихтиоценозов р. Ока в границах Московской области, собранных в результате комплексных рыбохозяйственных экспедиций ФГБНУ «ВНИРО» за 2009–2017 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор гидробиологических проб и научно-исследовательские учётные сетные съёмки на р. Ока в границах Московской области сотрудники лаборатории пресноводных рыб России ФГБНУ «ВНИРО» осуществляли по многолетней сетке станций гидробиологического и ихтиологического мониторинга (табл. 1, рис. 1).

Учётную съёмку по оценке численности и ихтиомассы рыб промысловых размеров проводили в медали реки с использованием трёхстенных и рамовых сетей (шаг ячеи 35–40 мм, длина 30 м) на тонях Серпуховского (устье р. Балковка, р-он д. Никифорово); Ступинского (р-он пос. Соколова Пустынь) и Луховицкого (р-он пос. Белоомут) участков. Характе-

ристика соотношения рыб в структуре уловов плавных сетей даётся с использованием встречаемости рыб, которую определяли по их доле в видовом составе (%) от средней величины всего улова за съёмку.

Численность рыб в р. Ока по результатам учётной съёмки плавными сетями рассчитывалась методом прямого учёта [Лапицкий, 1967]. Коэффициент уловистости донной плавной сети, установленный экспериментальным путём, принимался равным 0,1. Всего проанализировано 73 улова плавных сетей.

Учётную съёмку численности и ихтиомассы рыб промысловых размеров в зоне рипали реки осуществляли на отдельных местах Ступинского (устье р. Мутенка), Озерского (р-он д. Тарбушево), Коломенского (р-он д. Пиро-

Таблица 1. Станции гидробиологического и ихтиологического мониторинга на р. Ока в границах Московской области

№	Название станции	Глубина, м	Скорость течения, м/сек	Биотоп	Характеристика речного потока	Район
1.	Устье р. Протва	1,9	0,55	Песок	Пережат	Серпуховский
2.	Устье р. Нара	3,5	0,5	Камни, галька	Пережат	
3.	Р-он д. Лужки	1,9	0,36	Песок	Плёт	
4.	Устье р. Балковка	1,2	0,64	Песок	Пережат	
5.	Р-он д. Никифорово	1,9	0,61	Песок	Пережат	
6.	Устье р. Лопасня	0,7	0,61	Песок	Пережат	
7.	Устье р. Беспуга	1,2	0,8	Песок, галька	Пережат	Ступинский
8.	Устье р. Мутенка	1,9	0,41	Песок, ил	Плёт	
9.	Р-он Каширской ГРЭС	6,5	0,22	Ракушечник, ил	Плёт	Каширский
10.	Р-он д. Тарбушево	5,5	0,1	Глина, песчаный ил	Плёт	Озёрский
11.	Ниже п. Озёры	1,6	0,53	Песок	Пережат	
12.	Р-он п. Белые Колодези	2,1	0,44	Песок	Пережат	
13.	Устье р. Осётр	1,9	0,17	Заиленный песок	Пережат	Коломенский
14.	Устье р. Москва	2	0,3	Песок	Плёт	
15.	Р-он д. Пирочи	4,5	0,16	Заиленный песок	Плёт	
16.	Р-он с. Дединово	3,5	0,22	Заиленный песок	Плёт	Луховицкий
17.	Р-он д. Гольный Бугор	15,2	0,11	Серый ил	Плёт	
18.	Белоомутский гидроузел	2,9	0,17	Заиленный песок	Плёт	
19.	Р-он пос. Белоомут	2,7	0,5	Песок	Плёт	
20.	Р-он д. Перевицкий Торжок	4,2	0,42	Песок, ракушечник	Плёт	

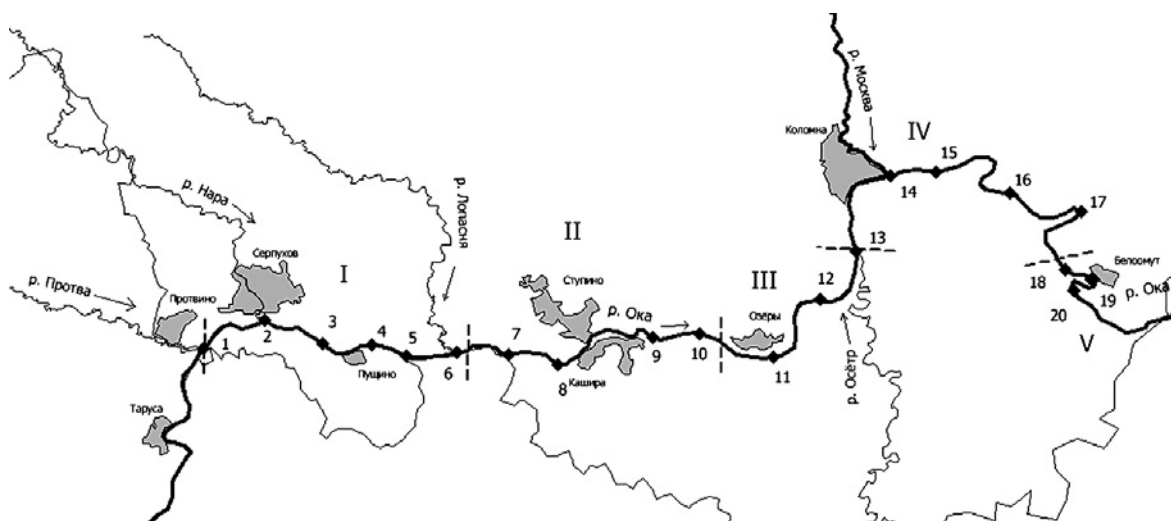


Рис. 1. Карта-схема станций гидробиологического и ихтиологического мониторинга на р. Ока в границах Московской области; название станций по номерам указаны в табл. 1; участки р. Ока: I — Серпуховский; II — Ступино-Каширский; III — Озёрский; IV — Коломенский; V — Луховицкий

чи) и Луховицкого (старица Исток у пос. Белоомут) участков Оки и пойменных озёр (Песочное и Барковское) в границах Московской области с использованием порядков кольцевых рамовых сетей (27–32 и 40–45 мм). Структура уловов в пойменных озёрах Заморное и Тульчинское приводится по литературным данным [Быков и др., 2005; Быков, 2010].

Численность рыб в зоне рипали реки по результатам лова порядками кольцевых сетей (длина порядков 120–160 м) определялась методом прямого учёта [Поддубный и др., 1966; Лапицкий, 1970]. Осреднённый для разных видов рыб коэффициент уловистости кольцевой рамовой сети составлял 0,2 [Поддубный и др., 1966]. За период наблюдений было проанализировано 25 уловов кольцевых сетей. Видовая структура сетных уловов была представлена как доля отдельных видов рыб по встречаемости в % от всего улова.

Для изучения структуры ихтиоценозов в рипали и на мелководьях реки на отдельных станциях Оки в границах области проводились притонения мальковой волокушей (длина 5 м, шаг ячеи в крыльях и мотне 6 мм). Всего проанализировано 28 уловов мальковой волокушей. Характеристика соотношения рыб в структуре уловов мальковой волокуши даётся с использованием встречаемости рыб, которую определяли по их доле в видовом со-

ставе (%) от средней величины всего улова за съёмку.

Для описания относительной численности видов в Оке или водоёмах её придаточной системы пользовались понятиями В.Г. Терещенко и С.Н. Надилова [1996] в модификации В.П. Иванчева и Е.Ю. Иванчевой [2010]: редкий вид — доля в уловах $\leq 0,1\%$; малочисленный — 0,1–1,0%; обычный — 1,1–5,0%; многочисленный — 5,1–10,0%; доминант — $\geq 10\%$; супердоминант — $\geq 50\%$.

Таксономический состав ихтиофауны приводится в соответствии с Атласом пресноводных рыб России [2003]. Статистическую обработку данных осуществляли биометрическими методами [Плохинский, 1970] с использованием программных пакетов Microsoft Office Excel и Statistica.

Сведения об особенностях гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов р. Ока в границах Московской области приводятся по материалам комплексных исследований отдельных участков реки в разные годы [Материалы ..., 2017].

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Р. ОКА В ГРАНИЦАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Река Ока в границах Московской области протекает по южным районам области (Серпуховский, Ступинский, Каширский, Озёрский,

Коломенский, Луховицкий) с запада на восток на протяжении 203 км (от устья р. Протва до д. Ганькино городского округа Луховицы). На большем протяжении русло реки не зарегулировано, однако в районе пос. Белоомут (Луховицкий участок) сооружён ещё в 1914 г. и действует гидроузел (в 2017–2018 гг. проводится реконструкция), влияние зоны подпора которого на гидрологический режим Коломенского участка Оки распространяется вверх по течению на 50 км (до устья р. Москва).

Наиболее полноводными левыми притоками Оки в границах области являются р. Москва, Нара и Лопасня, а правыми — Беспута, Большая Смедово, Осётр.

Ока в границах Московской области по комплексу гидрологических и морфометрических признаков условно делится на две группы участков — плёсовые и перекастистые. Перекастистые участки с меньшими глубинами и большими скоростями течения расположены преимущественно на Серпуховском (от устья Протвы до устья р. Нара; от устья р. Таденка до устья р. Мутенка) и Озёрском (ниже переправы на пос. Озёры и до устья р. Осётр) отрезках реки (на рис. обозначены: I и III). Плёсовые участки с большими глубинами и замедленным течением расположены на Ступинско-Каширском (от устья р. Мутенка до пос. Озёры) и Коломенском (от устья р. Москва до Белоомутского гидроузла) участках Оки (на рис. обозначены: II и IV). Луховицкий участок реки (от Белоомутского гидроузла до границ Московской области) полностью расположен в среднем течении Оки [Бакастов, 1964] и по батиметрии русла и по гидрологическому режиму имеет смешанные черты между перекатами и плёсами. То есть для него характерно смещение глубокого фарватера реки к одному берегу и наличие на значительных по площади песчаных перекастов у другого берега (на рис. обозначен: V).

Русло реки сложено преимущественно песками, на плёсовых участках (Каширский, Коломенский) дно заиленное. Каменистых или галечниковых грунтов на Московских участках реки очень мало, они на незначительной площади встречаются только на Серпуховском и Озёрском участках.

Скорость течения на московских участках Оки изменяется в зависимости от морфологии

русла, рельефа местности и зарегулированности стока. На 20 учётных русловых станциях Московских участков Оки в сентябре 2015 г. скорость течения у поверхности изменялась от 0,1 до 0,8 м/сек и составляла в среднем 0,35 м/сек. В зоне подпора Белоомутского шлюза (станции № 15–18) скорость течения снижается до 0,11–0,22 м/сек (табл. 1).

Река Ока в границах Московской области отличается неравномерностью годового стока, который характеризуется высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью и повышенным стоком в осенний период. Основное питание реки происходит за счёт атмосферных осадков, и только снежный покров дает 50–60% годового стока. Для Оки в последние годы характерны низкие и краткосрочные паводки и обусловленные в основном малоснежными зимами с частыми оттепелями в зимний период. Обширная по площади центральная и притеррасная части высокой поймы Оки в границах области фактически не заливаются уже более 20 лет (с 1995 г.). Замерзает Ока неравномерно после продолжительных морозов обычно в конце ноября — начале декабря. В период оттепелей на значительной площади русла образуются полыньи и промоины. Средняя продолжительность ледостава в районе г. Каширы составляет около 110 суток.

По классификации О.А. Алекина [1973] вода р. Ока в границах области среднеминерализованная ($400 \geq 450$ мг/л), группы Са (67–76 мг/л), умеренно жёсткая.

В летний период 2017 г. содержание биогенных элементов на Серпуховском, Каширском и Озёрском участках реки было в норме, однако на Коломенском и Луховицком участках были зафиксированы существенные превышения по нитритам (на два порядка выше ПДК), свидетельствующие о высокой концентрации биогенов в водах наиболее полноводного притока — р. Москва [Материалы ..., 2017].

Известно, что зоопланктон в реках с быстрым течением не отличается богатством видов и характеризуется довольно низкими количественными показателями [Монаков, 1964; Крылов и др., 2003]. В составе зоопланктона русловой зоны Оки в границах области за период наблюдений было обнаружено 18 таксонов.

Из них 8 видов ветвистоусых ракообразных (Cladocera), 4 вида веслоногих ракообразных (Copepoda), 5 видов коловраток (Rotifera), а также были зафиксированы Ostracoda. Наиболее часто встречающимися видами в пробах были *Daphnia longispina* (Müller, 1776) и *Macroscopicus albidus* (Jurine, 1820).

Средние количественные показатели развития зоопланктона за период наблюдений были низкими и составляли в 2009 г. — 0,08 г/м³; в 2011 г. — 0,06 г/м³; в 2015 г. — 0,02 г/м³; в 2017 г. — 0,05 г/м³ [Материалы ..., 2017]. Достоверных различий в биомассе зоопланктона Оки по створу реки между зонами рипали и медиали не обнаружено.

Сообщества макрозообентоса р. Ока характеризуются высоким видовым разнообразием. Всего на 20 учётных станциях было обнаружено 46 видов беспозвоночных. При этом количественно преобладали моллюски (11 видов двустворчатых и 6 видов брюхоногих), личинки амфибиотических насекомых (15 видов: 2 — Ephemeroptera; 1 — Coleoptera; 2 — Trichoptera; 10 — Diptera (Chironomidae)). Отмечено также шесть видов пиявок, четыре вида олигохет, три вида ракообразных (Amphipoda). Единственным видом *Eunapius fragilis* (Leidy, 1851) представлены пресноводные губки.

На московских участках реки наиболее характерны два типа донных биотопов и, соответственно, бентосных сообществ. Псаммофильные сообщества песчаных грунтов в р. Ока наиболее распространены на перекатах Серпуховского и Озёрского участков и часто локализованы по всей ширине русла. По показателям биомассы доминируют мелкие двустворчатые моллюски — *Amesoda solida* (Normand, 1844) и *Henslowiana supina* (Schmidt, 1850). В качестве субдоминантов присутствуют специфические псаммореофильные личинки хирономид *Chernovskiiia ra* (Townes, 1945) и *Robackia deteijerei* (Kruseman, 1933). Показатели биомассы здесь как правило не превышают 0,5 г/м². Пелореофильные сообщества заиленных песков или серых илов сформированы на плёсовых Каширском и Коломенском участках, а также в местах добычи ПГС и затонах. На участках дноуглубления отмечено доминирование крупных двустворчатых моллюсков Unionidae и Sphaeriidae, например, *Rivicoliana*

rivicola (Lam., 1818), а также пелофильных личинок Chironomidae — *Chironomus nudiventris* (Ryser, Scholl & Wülker, 1983), характеризующихся высокой численностью (до 2740 экз/м²). В качестве субдоминантов выступают разнообразные олигохеты — крупные *Tubifex newaensis* (Michaelson, 1903) и относительно мелкие *Isochaetides michaelsoni* (Lastochkin, 1936) и *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparède, 1862), а также двустворчатые моллюски сем. Sphaeriidae: *Amesoda solida* (Normand, 1844) и *Sphaerium tamillanum* (Westerlund, 1871). Биомасса кормового бентоса составляет в среднем 23 г/м² [Материалы ..., 2017].

При значительном заилении этот биотоп особенно в рипали по границе водной растительности заселяют крупные гастроподы *Viviparus viviparus* (L., 1758), дающие высокие значения суммарной биомассы, а также *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). За счёт этих моллюсков суммарные значения биомассы бентоса достигают до 94 г/м² (без учёта некармальных Unionidae и Viviparidae).

В целом, по сравнению с Калужско-Алексинским участком, видовое разнообразие сообществ макрозообентоса Оки в границах Московской области ниже. Это объясняется меньшим разнообразием донных биотопов, представленных на московских участках, где преобладают однородные пески, заиленные на плёсах [Материалы ..., 2017].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Структура уловов плавных сетей (шаг ячеи 35–40 мм) по отдельным участкам р. Ока в границах Московской области за многолетний период представлена в табл. 2.

При обловах плавными сетями медиальной зоны реки на Серпуховском, Ступинском и Луховицком участках за многолетний период наблюдений всего было зафиксировано 18 видов рыб. Доминантами русловой зоны Оки на всех участках являются плотва, лещ и густера.

Плотва практически всегда присутствует в уловах плавных сетей, применяемых в учётных съёмках, и её доля в сетях с шагом ячеи 35 мм в среднем по участкам составляет половину улова. Лещ как и густера присутствуют обычно на всех учётных станциях и их доля в уловах мелкочейных сетей составляет обыч-

Таблица 2. Состав и встречаемость (в %) рыб в уловах плавных сетей на отдельных участках р. Ока в границах Московской области за периоды 2008–2012 гг., 2016–2017 гг.

Вид	Район исследования (участок реки)												
	Серпуховский						Ступинский			Луховицкий			
	2008	2009	2010	2011	2012	2016	2017	2007	2010	2017	2011	2012	2017
Белоглазка	2,3		3,2	4,1	7,5	87	27,5		22,2	15		4,5	11,6
Берш			3,2										
Голавль	2,3			3,1	3,7								
Густера	2,3			1		11,1	42,5	7,1	11,1	26,7	8,3	13,5	19,2
Елец	14	13,3											
Ёрш				3,1									
Жерех					3,7			0,8				1,1	
Лещ	7	6,7	6,5	9,3	29,6		7,5	81,9	22,2	20	25	7,9	
Окунь	4,7	13,3	22,6	2,1								2,2	
Плотва	39,5	60	45,2	67	48,1		15		44,5	5	16,7	64,2	38,5
Подуст	2,3										25		
Сом								0,8				1,1	
Стерлядь					3,7					25	16,7	1,1	26,9
Судак	2,3	6,7	9,7	3,1	3,7	1,9		3,1			8,3	2,2	
Уклейка				1									
Чехонь													3,8
Щука	16,3		9,6	4,1				2,4					
Язь	7			2,1			7,5	3,9		8,3		2,2	
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ихтиомасса, кг/га	16,4	20,6	26,3	25,9	9,8	14,8	45,3	26,6	5,6	69	28	21,9	17,1
Шаг ячеи, мм	35	35	35	35	40	35	35	60*	35	40	40	40	40

* По данным ФГУ «Мосрыбвод» [Отчёт ..., 2005].

но 10–20%. При использовании в плавном лове крупнейшей сетей (50–70 мм) основу улова составляет лещ.

Значение прочих видов в уловах плавных сетей существенно ниже. Так при обловах русла в районе устья р. Балковка на Серпуховском участке реки летом 2016 г. основу улова (87%) составляла белоглазка. Летом 2017 г. Ступинского (р-он пос. Соколова Пустынь) и Луховицкого (р-он пос. Белоомут) участков реки четверть улова составляла стерлядь (табл. 2).

Доля хищных рыб, таких как судак, щука в уловах обычно не превышает 5% по каждому виду, причём встречаемость судака в сетных уловах в большинстве случаев выше, чем щуки.

Крупные реофилы и реолимнофилы, например, голавль, жерех, подуст, язь распределены по руслу реки неравномерно и наиболее часто встречаются на перекатах.

К редким видам в уловах плавных сетей на московских участках реки можно отнести берша, сома и чехонь.

Короткоцикловые виды (елец, ёрш, уклейка) из-за селективности сетей (35–40 мм) встречаются в уловах спорадически.

Существенные различия по структуре уловов плавных сетей по отдельным участкам реки нечётко выражены из-за сходных биотопов на облавливаемых сетями тонях. Так, за период наблюдений на Серпуховском участке реки, по сравнению со Ступинским и Луховицким,

была зафиксирована несколько выше встречаемость голавля, окуня и щуки (табл. 2).

Осреднённые многолетние показатели биомассы промысловых видов рыб в русловой зоне Оки на Серпуховском и Луховицком участках реки примерно одинаковы (22 кг/га), тогда как ихтиомасса на Ступинском участке составила 33,7 кг/га.

При обловах рипали реки и её придаточной системы (старицы, пойменные озёра) кольцевыми сетями было зафиксировано 12 видов рыб с резким преобладанием видов лимнофильной экологической группы (табл. 3).

Доминантным, а на отдельных участках рипали супердоминантным видом является плотва, встречаемость которой составила 30–90% всего улова рыб. Значение прочих видов в уловах кольцевых сетей существенно ниже. Так, при обловах сильно заросшей макрофитами

рипали в районе д. Тарбушево на Каширском участке реки осенью 2015 г. была зафиксирована высокая встречаемость красноперки, на Коломенском участке в 2008 г. — серебряного карася и густеры, а при обловах старицы Исток у пос. Белоомут (Луховицкий участок) в апреле 2011 г. половину улова составлял лещ (табл. 3).

Облов кольцевыми сетями пойменных озёр летом 2017 г. показал низкое видовое разнообразие рыб в уловах при доминировании серебряного карася или ротана-головёшки.

Осреднённые показатели ихтиомассы промысловых видов на разных участках рипальной зоны р. Ока составляют 38,7 кг/га. Ихтиомасса промысловых видов в пойменных озёрах существенно выше, чем в русле р. Ока и составляла в среднем для двух озёр 132 кг/га. В сильно зарастающих заморных озёрах с мо-

Таблица 3. Видовой состав и встречаемость (в %) рыб в уловах кольцевых сетей на отдельных участках р. Ока в границах Московской области

Вид	Участок реки						Пойменные озера			
	Ступинский		Озёрский	Коломенский		Луховицкий	Заморное*, Серпуховский	Тулчинское**, Серпуховский	Песочное, Озёрский	Барковское, Луховицкий
	2010	2012	2015	2008	2010	2011	2003	2008	2017	2017
Белоглазка	0,6									
Голавль						1,4				
Густера	2,4			28,6	2,1	7,2				
Жерех	0,6					1,4				
Карась				21,5			61,4		66,7	95
Красноперка			37,8							
Лещ	0,6	20	4,6	7,1	1,5	55,3				
Окунь	1,2		4,4	1,4	1,5	2,9			29,2	
Плотва	93,4	40	44,4	35,7	92,4	29				
Ротан								100		5
Судак			2,2	2,9	1					
Щука	1,2	10	2,2	1,4	1,5	1,4	24,6			
Язь		30	4,4	1,4		1,4	8		4,2	
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ихтиомасса, кг/га	82,3	10,1	31,6	60,5	19,8	28	115	692	122,1	142,6
Шаг ячеи, мм	32	32	32	45	40	40	22	22	32	32

Примечание. * [Быков, 2005]; ** [Быков, 2008 б].

новидовой структурой ихтиоценоза биомасса ротана составляла до 692 кг/га (табл. 3).

Для установления видового состава промысловых короткоциклового видов рыб и численности пополнения промысловых видов рыб в рипальной зоне Оки проводились обловы мальковой волокушей. В табл. 4 представлена структура уловов мальковой волокуши, полученная по результатам учётных съёмок, проведённых в сентябре 2012–2015 гг.

Всего на учётных станциях четырёх участков Оки было зафиксировано 15 видов рыб, из которых шесть видов относились к промысловым видам, а остальные девять к младшим возрастным группам промысловых видов рыб. Наибольшее количество видов рыб было зафиксировано на учётных станциях, где степень зарастания гидрофитами рипальной зоны

реки была невысока. На участках каменистой рипали видовое разнообразие было в среднем несколько выше, чем на участках с песчаным дном. Наименьшее видовое разнообразие наблюдалось при обловах песчаных перекатов.

Следует отметить, что наибольшее количество видов было зафиксировано на Ступино-Каширском участке реки, где биотопическое разнообразие высокое. Низкое видовое богатство рыб зарегистрировано на Коломенском участке, где при отсутствии течения облавлялась сильно заросшая гидрофитами заиленная рипаль.

Массовыми видами рыб в рипальной зоне Оки, являются уклейка, елец, голавль, речной окунь и плотва. На песчаных перекатах доминантом является белопёрый пескарь. Обыкновенный пескарь, который является обычным

Таблица 4. Видовой состав и встречаемость (в %) рыб в контрольных уловах мальковой волокуши на отдельных участках р. Ока в границах Московской области

Вид	Участок реки				
	Серпуховский	Ступино-Каширский		Озёрский	Коломенский
Бычок-кругляк	5,1	3,9		36,6	
Быстрянка	2,9	0,5			
Голавль	20,6	0,5	13,3	35	13,3
Елец	26	5	20,3	13,2	7,3
Ёрш		5			
Жерех				1,3	
Лещ	0,5	0,5			
Окунь	5,6	49,5	21,4	1,4	17,8
Пескарь белопёрый	7	9,9	4		
Пескарь обыкновенный		3,2			
Плотва	2,1	7,3	24,7		55,4
Подуст	5				5,2
Уклейка	25,2	11	8,3	4	
Щиповка		6,9		7,2	
Язь		0,5	4,1	1,3	1
Всего	100	100	100	100	100
Всего видов	10	13	8	8	6
Кол-во станций	5	6	5	3	3
Год	2015	2012	2015	2015	2015
Преобладающий характер дна	Песчаные перекаты	Песчаные перекаты, песчаная рипаль с гидрофитами		Песчано-каменистая рипаль	Заиленная рипаль с гидрофитами

видом в верховьях р. Ока [Иванчев и др., 2015; Быков и др., 2018], в границах Московской области фиксировался нами только в районе г. Каширы. Бычок-кругляк, широко распространённый в верхнем течении р. Ока [Королев и др., 2008], также обычен на Московских участках — Серпуховском и Ступино-Каширском и является многочисленным видом на Озёрском участке р. Ока. Доля этого вида возрастает при обловах каменистых участков рипали (табл. 4). Быстрянка — многочисленный вид в верхнем течении Оки, тогда как на Московских участках этот вид нами фиксировался только в устье р. Протва и р. Лопасня.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономическая структура современного состава рыбного населения Оки (в границах Московской области) состоит из 40 видов рыб и круглоротых, относящихся к 12 семействам. Наибольшим числом видов представлено семейство карповых — 24 вида рыб или 61% от общего числа видов. Окунёвые представлены 4 видами или 10% от общего числа видов. Вьюновые рыбы представлены тремя видами. Рыбы других семейств, отмеченные в составе ихтиофауны Московских участков Оки, представлены по одному виду (табл. 5).

Таблица 5. Структура ихтиофауны с учётом соотношения встречаемости видов на разных биотопах водоёмов и водотоков бассейна р. Ока (в границах Московской области)

Семейства, виды рыб и круглоротых	Встречаемость	Биотоп
Сем. Acipenseridae — осетровые		
1. <i>Acipenser ruthenus</i> (L., 1758) — стерлядь	++	Р
Сем. Esocidae — щуковые		
2. <i>Esox lucius</i> (L., 1758) — обыкновенная щука	++	Р, О, П
Сем. Cyprinidae — карповые		
3. <i>Abramis brama</i> (L., 1758) — лещ	+++	Р, О
4. <i>Abramis sapa</i> (Pall., 1814) — белоглазка	+++	Р
5. <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) — быстрянка	+	П
6. <i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758) — уклейка	+++	Р, О, П
7. <i>Aspius aspius</i> (L., 1758) — обыкновенный жерех	++	Р
8. <i>Blicca bjorkna</i> (L., 1758) — густера	+++	Р, О
9. <i>Carassius carassius</i> (L., 1758) — карась золотой	+	О
10. <i>C. auratus gibelio</i> (L., 1758) — карась серебряный	++	Р, О
11. <i>Chondrostoma variable</i> (Jakowlew, 1870) — волжский подуст	++	Р
12. <i>Cyprinus carpio</i> (L., 1758) — сазан	+	Р
13. <i>Gobio gobio</i> (L., 1758) — обыкновенный пескарь	++	Р
14. <i>Gobio albipinnatus</i> (Lukasch, 1933) — белопёрый пескарь	+++	Р
15. <i>Leucaspis delineatus</i> (H.) — обыкновенная верховка	++	О
16. <i>Leuciscus cephalus</i> (L., 1758) — голавль	++	Р, П
17. <i>L. leuciscus</i> (L., 1758) — обыкновенный елец	+++	Р
18. <i>L. idus</i> (L., 1758) — язь	++	Р, О
19. <i>Pelecus cultratus</i> (L., 1758) — чехонь	+	Р
20. <i>Phoxinus phoxinus</i> (L., 1758) — обыкновенный голянь	+	П
21. <i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758) — плотва	+++	Р, О, П
22. <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758) — краснопёрка	+	Р, О
23. <i>Tinca tinca</i> (L., 1758) — линь	+	О
24. <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 184) — пёстрый толстолобик	+	Р, О

Семейства, виды рыб и круглоротых	Встречаемость	Биотоп
25. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) — белый толстолобик	+	Р, О
26. <i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776) — обыкновенный горчак	++	Р, О, П
Сем. Balitoridae — балиториевые		
27. <i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758) — усатый голец	++	Р, П
Сем. Cobitidae — вьюновые		
28. <i>Cobitis taenia</i> (L., 1758) — обыкновенная щиповка	+++	Р, П
29. <i>Cobitis melanoleuca</i> (Nichols, 1925) — сибирская щиповка	++	
30. <i>Misgurnus fossilis</i> (L., 1758) — вьюн	+	О
Сем. Siluridae — обыкновенные или европейские сомы		
31. <i>Silurus glanis</i> (L., 1758) — обыкновенный сом	+	Р
Сем. Lotidae — налимовые		
32. <i>Lota lota</i> (L., 1758) — налим	++	Р, П
Сем. Percidae — окунёвые		
33. <i>Gymnocephalus cernuus</i> (L., 1758) — обыкновенный ёрш	+++	Р, О
34. <i>Perca fluviatilis</i> (L., 1758) — речной окунь	+++	Р, О, П
35. <i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789) — берш	+	Р
36. <i>Sander lucioperca</i> (L., 1758) — обыкновенный судак	++	Р, О
Сем. Odontobutidae — головешковые		
37. <i>Perccottus glehni</i> (Dybowski, 1877) — головёшка-ротан	+++	О
Сем. Cottidae — керчаковые или рогатковые		
38. <i>Cottus gobio</i> (L., 1758) — обыкновенный подкаменщик	+	П
Сем. Gobiidae — бычковые		
39. <i>Neogobius melanostomus</i> (Pall., 1814) — бычок-кругляк	++	Р
Сем. Petromyzontidae — миноговые		
40. <i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784) — европейская ручьёвая минога	+	П

Примечания. + — малочисленный вид (встречаемость в уловах (N) <1%);
 ++ — обычный вид (встречаемость в уловах (N) 1–10%);
 +++ — многочисленный вид (встречаемость в уловах (N) >10%);
 Р — русло реки;
 О — пойменные озёра, затоны, заливы;
 П — притоки (речки, ручьи).

В ядро ихтиоценозов русловой зоны Оки на всех участках входят плотва, лещ и густера [Быков, Бражник, 2014]. В зоне медиали на Серпуховском и Озерском участках субдоминантами также являются белоглазка [Быков, 2003; Быков и др., 2014]. На песчаных перекатах наиболее многочисленны белопёрый пескарь, уклея, плотва, обыкновенный елец и голавль. В рипальной зоне реки доминируют плотва, речной окунь, уклея, обыкновенный ёрш, младшие возрастные группы леща.

Волжский подуст имеет мозаичное распространение и является обычным видом на Серпуховском и Озерском участках реки с галечным или каменисто-песчаным дном. На плёсовых Каширском и Коломенском участках этот реофил редок. За период наблюдений было установлено несколько мест, где встречаемость подуста относительно высока. Так на Серпуховском участке реки подуст обычен в районах устья р. Нара, устья р. Таденка (первая коса у г. Пущино), устье р. Беспута. На данных участках реки дно сложено галеч-

ником и камнями и расположены места нереста литофильных видов рыб. На обширных по площади песчаных перекатах Серпуховского участка реки (от д. Ланьшино до устья р. Нара) подуст обычен, но в учётных орудиях лова встречается нерегулярно.

Обыкновенный (европейский) сом достаточно редкий вид на Московских участках р. Ока. Выше (Калужский и Тульский участки) и ниже (Рязанский участок) по течению реки встречаемость сома в уловах выше. В учётных сетных орудиях лова нами фиксировались единично младшие возрастные группы сома только на Луховицком участке реки (табл. 2). Значительно чаще сом попадает на донные удочки рыболовов любителей.

Сходная картина по встречаемости в уловах наблюдается и по налиму. В учётных орудиях лова (ставные сети) налим изредка фиксируется в осеннее и зимнее время, а в уловах на крючковые снасти (донки, переметы и подпуски) налим в осеннее и особенно в зимнее время является одним из основных объектов лова. Фактически численность популяции налима на Серпуховском участке реки выше, чем численность популяций щуки и судака, вместе взятых.

Что касается стерляди, то её встречаемость в сетных уловах, относительная концентрация и ихтиомасса на всём протяжении Верхней Оки была описана ранее [Быков, 2017]. Здесь лишь отметим, что до Белоомутского гидроузла стерлядь в Оке представлена рыбами искусственного происхождения после многолетних выпусков молоди этого вида рыболовными хозяйствами региона.

Естественное воспроизводство стерляди на Московском участке Оки не зафиксировано. Возможно, что размножение стерляди существует ниже Белоомутского гидроузла. Однако при учёте покатных миграций ранней молоди рыб весной-летом 2017 г. у пос. Белоомут личинок стерляди не зафиксировано, а все пойманные особи стерляди были самцами [Быков, 2017]. Вместе с тем, ещё в 1999–2001 гг. на Луховицком участке Оки проводилась заготовка производителей стерляди для целей искусственного воспроизводства [Романов, 2004]. В настоящее время стерлядь (преимущественно искусственного происхождения) является обычным видом рыб р. Ока.

Придаточная система р. Ока на Московских участках реки менее развита, чем в среднем течении реки (в границах Рязанской области) и представлена преимущественно пойменными озёрами. Из-за ежегодных низких весенних паводков большинство пойменных озёр не имеют гидрологической связи с рекой и обновления видового состава ихтиофауны в них не происходит. Высокая зарастаемость озёр в сочетании с забором воды для полива сельскохозяйственных культур в пойме реки способствует формированию устойчивой гипоксии водных масс в зимний период и гибели оксифильных видов рыб. Поэтому в настоящее время состав ихтиофауны озёр обеднён и представлен преимущественно устойчивыми к заморам лимнофилами — серебряным и золотым карасём, ротаном-головёшкой, верховкой, плотвой, вьюном. В мелководных и зарастаемых на 100% озёрах супердоминантом является ротан-головёшка [Быков, 2008 б]. В пойменных озёрах, различных по условиям обитания, карась серебряный наряду с типичной высокоспинной формой образует тугорослую низкоспинную форму [Быков, 2005].

В более глубоких озёрах (например, о. Песчаное у пос. Озёры), сформировались многочисленные популяции леща карликовой морфы.

Бычок-кругляк является обычным, а на каменистой рипали и многочисленным видом на Серпуховском и Озёрском участках реки.

Короткоцикловые реофилы — быстрянка, усатый голец и обыкновенный пескарь. составляющие ядро ихтиоценозов каменистых перекатов в верховьях Оки (Орловский участок) [Иванчев и др., 2015; Быков и др., 2018] на Московских участках Оки малочисленны. Быстрянка и подкаменщик являются обычными видами на каменистых участках отдельных притоков (Протва, Беспута) Оки в границах области. Белопёрый пескарь — супердоминант песчаных перекатов широко распространён на Серпуховском и Озёрском участках р. Оки.

Ротан-головёшка и серебряный карась сформировали многочисленные популяции в пойменных заморных озёрах, а серебряный карась является обычным видом на Коломенском участке Оки, в зоне подпора Белоомутского гидроузла. Золотой карась, ранее многочисленный вид в пойменных озёрах Оки,

в последние двадцать пять лет практически выпал из состава ихтиофауны этих озёр и за период наших экспедиций ни разу не фиксировался в уловах. Что касается встречаемости вьюна в пойменных озёрах Оки, то для его поимки в пойменных заморных озёрах необходимо применять ловушковые орудия лова (верши, морды).

Сазан и белый толстолобик, попадающие в речную систему реки из товарных рыбодонных хозяйств, изредка встречаются в уловах браконьеров. Последнее массовое проникновение белого толстолобика в Верхнюю Оку произошло в июне 2016 г., когда после ливневых дождей был произведён резкий сброс воды с плотины Черепетского водохранилища в нижний бьеф. С паводковыми водами по р. Черепеть значительное количество толстолобика мигрировало в Оку. Пёстрый толстолобик является обычным видом рыб в затопленном песчаном карьере «Цимлянка» связанным с рекой протокой и в русле Оки на Серпуховском участке реки. В осенний период он регулярно встречается в браконьерских уловах ставных и плавных сетей. Так, по данным Серпуховской инспекции рыбоохраны ФГУ «Мосрыбвод», в контрольных уловах ставных сетей на Серпуховском участке Оки за 2004 г.

было поймано 42 экз. толстолобика общей массой 157 кг [Отчет ..., 2005].

Биологический анализ изъятых у браконьеров пёстрых толстолобиков свидетельствует о созревании его в Оке и возможно естественном воспроизводстве [Быков, 2008 а]. Объяснить его наличие в реке уходом из товарных хозяйств или малых водохранилищ невозможно, так как в рыбодонных хозяйствах бассейна Верхней Оки пёстрый толстолобик в поликультуре не используется и зарыблений водохранилищ и прудов этим видом рыб в последние двадцать лет не проводилось.

Европейская ручьевая минога, обычный вид круглоротых на Калужских участках Оки [Королев, и др., 2008], в наших уловах не фиксировалась. Однако по опросным и непроверенным данным ФГУ «Мосрыбвод» минога массово встречалась весной 2004 г. в устье р. Скнига [Отчет ..., 2005].

Существенное влияние на структуру ихтиоценозов русловой зоны реки и распределение ихтиомассы рыб на Московских участках реки оказывают дноуглубительные работы. Наши наблюдения на русловых месторождениях нерудных ископаемых (песок) — «Хорошовское», «Тарбушевское», «Горское», «Белоомутское» на Серпуховском, Ступинском, Озёрском

Таблица 6. Изменение состава и биомассы промысловых видов рыб в местах добычи песка русловой зоны Оки в границах Московской области, кг/га

Годы	2008–2011	2012	2009	2017
Район наблюдений	Устье р. Беспуга		Устье р. Мутенка	
Дноуглубление	до	после	до	после
Белоглазка	0,1	–	0,7	5,0
Голавль	0,15	–		
Густера		0,8	0,5	11,7
Елец	<0,1			
Лещ	2	27,7	2,4	27,1
Окунь	1,1			
Плотва	5,0		2,2	3,6
Подуст	0,1			
Стерлядь		0,7		15,6
Судак	0,9			
Язь	0,2	0,36		6,0
Всего	9,65	29,5	5,8	69,0
Глубина, м	0,9	3,5	1,5	4

и Белоомутском участках реки, показали, что углубление руслового участка реки со средними глубинами от 1–2 м до 3–6 м и более земснарядом «Проект 444» траншейным способом приводит к изменению структуры ихтиоценоза песчаного переката путём замещения малоценных непромысловых реофильных видов на ихтиоценоз плёса с большей концентрацией ценных промысловых видов. Ниже представлены данные о структуре ихтиоценоза песчаного переката на месторождении «Хорошовское» (Серпуховской и Ступинский участки Оки) до начала добычных работ и после по результатам облова плавной сетью с шагом ячеи 35 мм (табл. 6).

Сходную динамику распределения ихтиомассы в зависимости от глубины русла мы наблюдали ранее при обловах участков выработки песчано-гравийной смеси на месторождениях «Троицкое» и «Хрящи» в Алексинском районе Тульской области [Быков и др., 2011]. Гидроакустическая съёмка отдельных акваторий на Серпуховском и Ступинском участках Оки, подвергнутых воздействию дноуглубительных работ, подтверждает «аккумуляцию» ихтиомассы промысловых видов рыб на углублённых до 5–8 м «ямах».

Распределение ихтиомассы рыб в русле Оки в зависимости от глубины тоневого участка по результатам учётных съёмок 2015 г. (сентябрь) показано в табл. 7.

Мелководные участки Оки с высокой скоростью течения и преимущественно песчаными грунтами отличаются существенно более низкими показателями рыбопродуктивности по сравнению с участками плёсов.

Сходство гидрологического режима плёсов и верхних участков равнинных водохранилищ бассейнов крупных рек обуславливают их высокую рыбопродуктивность. Известно, что снижение скорости течения и седиментация органических взвешенных частиц приводят к возникновению зон «транзитной аккумуляции» и повышению трофности этих участков [Жадин, 1940]. Ихтиомасса на таких участках рек (Каширский и Коломенский), преимущественно за счёт леща, густеры и плотвы, может достигать до 150 кг/га и является максимально установленной по всему профилю реки [Быков, Бражник, 2014].

Необходимо отметить, что сезонные миграции рыб существенно влияют на рыбопродуктивность мелководных участков Оки. Так, если в летний период на перекатах ихтиомасса может достигать 60 кг/га, то глубокой осенью, на том же участке реки, биомасса рыб обычно составляет не более 5–10 кг/га [Быков и др., 2011].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности морфологии русла и зарегулированность стока р. Ока в границах Московской области позволяют выделить две группы

Таблица 7. Распределение ихтиомассы рыб в русле Оки на разных глубинах тоневого участка

Участок реки	Район лова	Глубина, м	Ихтиомасса, кг/га
Серпуховской	устье р. Протва	1,9	9,8
	Устье р. Нара	3,5	23,7
	Р-он д. Лужки	2,5	47,6
	Устье р. Балковка	1,2	12,0
	Р-он д. Никифорово	1,9	9,8
	Устье р. Лопасня	0,7	2,2
Ступинский	Устье р. Беспута	1,2	9,7
	Устье р. Мутенка	1,9	5,8
Каширский	Р-он д. Тарбушево	5,5	65,3
Коломенский	Р-он д. Пирочи	4,5	112
	Р-он с. Дединово	3,5	78,5
Луховицкий	Р-он пос. Белоомут	2,7	17,1
	Р-он д. Перевицкий Торжок	4,2	21,7

Примечание. Ихтиомасса рассчитана по результатам лова плавными сетями.

участков реки, различающихся между собой структурой ихтиоценозов и количественными показателями ихтиомассы. Ихтиофауна Московских участков Оки включает в себя 40 видов рыб и круглоротых. В ядро ихтиоценоза русловой зоны реки по численности и ихтиомассе входят карповые — плотва, густера, лещ и белоглазка. Неоднородность и чередование биотопов плёсов и перекатов по профилю реки определяет структуру ихтиоценозов и значение отдельных экологических групп рыб. На мелководных участках реки (Серпуховский, Озёрский) существенное значение в структуре рыбного населения имеют реофильные виды. В водоёмах придаточной системы Оки, имеющих гидрологическую связь с руслом Оки, наиболее массовым видом рыб является плотва. Для заморных пойменных озёр характерны моновидовые ихтиоценозы с резким доминированием серебряного карася или ротана-головешки.

Распределение биомассы рыб р. Ока в границах Московской области в значительной степени зависит от глубины в медали, возраста при переходе от перекатов к плёсам. Формированию локальных скоплений промысловых видов рыб на мелководных участках реки способствует проведение дноуглубительных работ.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. 1973. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат. 268 с.
- Атлас пресноводных рыб России. 2002. Под редакцией д. б. н. Ю.С. Решетникова. М.: Наука. Т. 1. 382 с.
- Бакастов С.С. 1964. Некоторые данные по гидрологии реки Оки от Калуги до устья // Труды ЗИН АН СССР. Т. 32. С. 11–23.
- Быков А.Д. 2005. Морфобиологическая характеристика белоглазки *Abramis sara* р. Оки // Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. Вып. 80. С. 227–240.
- Быков А.Д. 2005. Биология карася серебряного *Carassius auratus gibelio* (Bloch) *morpha humilis* в бассейне р. Оки // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Мат. межд. науч. — практ. конф. 11–13 апреля 2005 г. М. С. 305–312.
- Быков А.Д. 2008 а. К вопросу рыбохозяйственной целесообразности вселения растительных рыб в р. Оку // Результаты и перспективы акклиматизационных работ. Мат. науч. — практ. конф. Клязьма, 10–13 декабря 2007. М.: Изд-во ВНИРО. С. 34–41.
- Быков А.Д. 2008 б. Морфологическая изменчивость ротана (*Percottus glehni*) при интродукции его в бассейне р. Оки // Результаты и перспективы акклиматизационных работ. Мат. науч. — практ. конф. Клязьма, 10–13 декабря 2007. М.: Изд-во ВНИРО. С. 27–34.
- Быков А.Д. 2017. Проблемы искусственного воспроизводства стерляди в бассейне р. Оки // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 12. С. 8–19.
- Быков А.Д., Бражник С.Ю., Староверов Н.Н. 2011. К вопросу оценки влияния дноуглубительных работ в русле Верхней Оки на промысловую рыбопродуктивность реки // Мат. всерос. науч. конф. с межд. участием, посвященная 80-летию Татарского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ». СПб. С. 59–64.
- Быков А.Д., Бражник С.Ю. 2014. Ихтиологические исследования водных объектов Центральной России // Вопросы рыболовства. Т. 15. № 3. С. 238–262.
- Быков А.Д., Меньшиков С.И., Митенков Ю.А. 2014. Современное состояние популяции белоглазки *Abramis sara* L. в бассейне р. Оки // Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Мат. докл. II Всерос. конф. с межд. участием. 6–9 ноября 2014 г. Борок: Изд-во «Полиграф-Плюс» Т. 1. С. 107–113.
- Быков А.Д., Митенков Ю.А. 2018. Результаты рыбохозяйственных исследований в верховьях Оки // Рыбное хозяйство. 2018. № 1. С. 59–66.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. 2010. Круглоротые и рыбы Рязанской области и прилегающих территорий. Рязань: НП «Голос губернии». 292 с.
- Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. 2015. Ихтиофауна бассейна Верхней Оки в Орловской области // Труды Окского ГПБ заповедника. Рязань. Вып. 33. С. 130–143.
- Жадин В.И. 1964. Загрязнение и самоочищение реки Оки // Труды ЗИН АН СССР. Т. 32. М. — Л.: Наука. 290 с.
- Крылов А.В., Бобров А.А., Жгарева Н.Н. 2003. Зоопланктон зарослей водных и прибрежно-водных растений малых рек // Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М.: Наука. С. 84–99.
- Королев В.В., Решетников Ю.С. 2008. Редкие и малочисленные виды круглоротых и рыб бассейна Верхней Оки в пределах Калужской области // Вопросы ихтиологии. Т. 48. № 5. С. 611–624.

- Кудинов М.Ю., Бойцов М.П. 2007. Состояние ихтиофауны и естественного воспроизводства рыб верхней Оки // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 336. С. 138–146.
- Лапицкий И.И. 1967. Метод учёта численности рыб в Цимлянском водохранилище // Тр. Волгоградского отделения ГосНИОРХ. Т. 3. Вып. 6. С. 921–926.
- Материалы, обосновывающие объёмы возможного вылова водных биоресурсов во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации на 2018 год. Том IV (в двух книгах). Волжско-Каспийский рыбохозяйственный бассейн. Книга 1. Северный рыбохозяйственный район Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. М.: ВНИРО. 330 с.
- Митенков Ю.А., Быков А.Д. 2016. Видовая структура ранней молоди рыб верхнего течения р. Оки в период покатных миграций // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 5. С. 19–27.
- Монаков А.В. 1964. Зоопланктон р. Оки // Загрязнение и самоочищение реки Оки. Труды ЗИН АН СССР. М. — Л.: Наука. С. 143–148.
- Романов А.Г. 2004. Воспроизводство стерляди окской популяции на базе Можайского производственного экспериментального рыболовного завода с использованием установок замкнутого цикла водоснабжения // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М.: «Экономика и информация». С. 17–26.
- Отчёт о работе по контролю за состоянием сырьевой базы рыбохозяйственных водоёмов и регулированию рыболовства Серпуховской межрайонной государственной инспекции рыбоохраны за 2004 год // Фонды ФГУ «Мосрыбвод» 2005. 11 с.
- Пермитин И.Е. 1964. Ихтиофауна р. Оки // Загрязнение и самоочищение р. Оки. Труды ЗИН АН СССР. М. — Л.: Наука. Т. 32. С. 208–215.
- Плохинский Н.А. 1970. Биометрия. М.: Изд-во МГУ. 265 с.
- Поддубный А.Г., Гордеев Н.А. Результаты облова открытых плесов водохранилищ кольцевой сетью // Биология рыб верхневолжских водохранилищ. Тр. ИБВВ АН СССР. 1966. Вып. 13 (16). С. 229–241.
- Подушка С.Б., Шебанин В.М. 1999. Современная ихтиофауна р. Оки в районе г. Алексина // Бюллетень ИНЭНКО. Вып. 1. С. 31–35.
- Тереженко В.Г., Надиров С.Н. 1996. Формирование структуры рыбного населения предгорного водохранилища // Вопросы ихтиологии. Т. 36. № 2. С. 169–178.

Поступила в редакцию 12.02.2018 г.
Принята после рецензии 29.03.2018 г.

Aquatic biological resources

**The results of the fisheries survey of the Oka River
within the boundaries of the Moscow region**

A.D. Bykov, Yu.A. Mitenkov

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The article provides brief information about the features of the hydrological and hydrobiological regimes of the Oka River within the boundaries of the Moscow Region, depending on the morphological structure of the river course and the character of the bottom substrates. The structure of the catches of the smooth and ring networks, as well as the fry net on different biotopes of the channel zone and the subordinate system of the Moscow sections of the Oka River in the long-term aspect is described. The structure of the ichthyocenosis of the medial and ripal zones of the river, as well as the reservoirs of its subordinate system, has been established. The current composition of the ichthyofauna and the occurrence of individual fish and fish-like species of the Oka River in the boundaries of the Moscow region are shown. The state of populations of rare invasive fish species and cyclostomes is briefly characterized. The question of the influence of individual natural and anthropogenic factors on the quantitative indicators of fish ichthyomass dynamics in the river channel zone depending on the season of the year and the features of the bottom relief is considered.

Keywords: Oka River, Moscow Region, catches structure, ichthyofauna composition, fish ichthyomass.

REFERENCES

- Alekin O.A., Semenov A.D., Skopintsev B.A. 1973. Rukovodstvo po himicheskomu analizu vod sushi [Guidelines for the chemical analysis of land waters.]. L.: Gidrometeoizdat. 268 s.
- Atlas presnovodnykh ryb Rossi. 2002. [Atlas of freshwater fish in Russia.] Pod redaktsiej d. b. n. Yu.S. Reshetnikova. M.: Nauka. T. 1. 382 s.
- Bakastov S.S. 1964. Nekotorye dannye po gidrologii reki Oki ot Kalugi do ustya [Some data on the hydrology of the Oka River from Kaluga to the mouth] // Trudy ZIN AN SSSR. T. 32. S. 11–23.
- Bykov A.D. 2005. Morphologicheskaya kharakteristika beloglazki *Abramis sapa* r. Oki. [Morphobiological characteristics of the white-eye *Abramis sapa* p. Oka] // Sb. nauch. trudov VNIIPRKH. Vyp. 80. S. 227–240.
- Bykov A.D. 2005. Biologiya karasya serebryanogo *Carassius auratus gibelio* (Bloch) *morpha humilis* v basseine r. Oki [Biology of crucian *Carassius auratus gibelio* (Bloch) *morpha humilis* in the basin of the river Oki] // Akvakul'tura i integrirovannye tekhnologii: problemy i vozmozhnosti. Mat. Mezhd. nauch. — prakt. konf. 11–13 aprelya 2005 g. M. S. 305–312.
- Bykov A.D. 2008 a. K voprosu rybokhozyaistvennoi tselesoobraznosti vseleniya rastitel'nykh ryb v r. Oku. [On the issue of fishery expediency of planting herbivorous fish in the river. Oka Results and prospects of acclimatization works] // Rezul'taty i perspektivy akklimatizatsionnykh rabot. Mat. nauch. — prakt. konf. Klyaz'ma, 10–13 dekabrya 2007. M.: Izd-vo VNIRO. S. 34–41.
- Bykov A.D. 2008 b. Morphologicheskaya ismenchivost rotana (*Percottus glehni*) pri introduktsii ego v basseyne r. Oki. [Morphological variability of rotan (*Percottus glehni*) when introduced in the basin of the river Oki] // Rezul'taty i perspektivy akklimatizatsionnykh rabot. Mat. nauch. — prakt. konf. Klyaz'ma, 10–13 dekabrya 2007. M.: Izd-vo VNIRO. S. 27–34.

- Bykov A.D., Brazhnik S. Yu., Staroverov N.N.* 2011. K voprosu otsenki vliyaniya dnouglubitelnykh rabot v rusle Verkhney Oki na promyslovuyu ryboproduktivnost reki. [On the issue of assessing the impact of dredging in the channel of the Upper Oka on the fishery productivity of the river] // *Mat. vseros. nauch. konf. s mezhd. uchastiem, posvyashchennaya 80-letiyu Tatarskogo otdeleniya FGNU «GosNIORKH»*. SPb.: S. 59–64.
- Bykov A.D., Brazhnik S. Yu.* Ichthyologicheskiye issledovaniya vodnykh obyektov Tsentralnoy Rossii [Ichthyological studies of water bodies of Central Russia.] // *Voprosy rybolovstva*. T. 15. № 3. S. 238–262.
- Bykov A.D., Menshikov S.I., Mitenkov Yu.A.* 2014. Sovremennoye sostoyaniye populatsii beloglazki (*Abramis sapa*) v bassejne r. Oki [The current status of the population of white-eyed *Abramis sapa* L. in the basin of the river. Oka] // *Sovremennoye sostoyaniye bioresursov vnutrennykh vod*. *Mat. dokl. II Vseros. konf. s mezhd. uchastiem*. 6–9 noyabrya 2014 g. Borok: Izd-vo «Poligraf-Plyus» T. 1. S. 107–113.
- Bykov A.D.* 2017. Problemy iskustvennogo vosproizvodstva sterlyadi v bassejne r. Oki [Problems of artificial reproduction of sterlet in the basin of the river Oka] // *Rybovodstvo i rybnoe khozyajstvo*. № 12. S. 8–19.
- Bykov A.D., Mitenkov Yu.A.* 2018. Resultaty rybokhozyaystvennykh issledovaniy v verkhov'yakh Oki [Results of fishery research in the upper Oka] // *Rybnoe khozyajstvo*. № 1. S. 59–66.
- Ivachev V.P., Ivancheva E. Yu.* 2010. Kruglorotyie I ryby Ryazanskoy oblasti I prilozhashikh territorii/ [Cyclostomes and fish of the Ryazan region and adjacent territories.]. Ryazan': NP «Golos gubernii». 292 s.
- Ivachev V.P., Ivancheva E. Yu.* 2015. Ichthyofauna bassejna Verkhney Oki v Orlovskoi oblasti [Ichthyofauna of the Upper Oka basin in the Orel region] // *Trudy Okskogo GPB zapovednika*. Ryazan'. Vyp. 33. S. 130–143.
- Zhadin V.I.* 1964. Zagryazneniye i samootshisheniye reki Oki. [Pollution and self-purification of the Oka River.] // *Trudy ZIN AN SSSR*. T. 32. M.-L.: Nauka. 290 s.
- Krylov A.V., Bobrov A.A., Zhigareva N.N.* 2003. Zooplankton zaroslej vodnykh i pribrezhno-vodnykh rastenij malykh rek [Zooplankton of thickets of aquatic and coastal-aquatic plants of small rivers] // *Ehkologicheskoe sostoyaniye malykh rek Verkhnego Povolzh'ya*. M. Nauka. S. 84–99.
- Korolev V.V., Reshetnikov Yu.S.* 2008. Redkiye i malotshislennyye vidy kruglorotykh I ryb bassejna Verkhney Oki [Rare and small species of cyclostomes and fishes of the Upper Oka basin within the Kaluga region] // *Voprosy ikhtiologii*. T. 48. № 5. S. 611–624.
- Kudinov M. Yu., Boytsov M.P.* 2007. Sostoyaniye ihtyofauny i estestvennogo vosproizodstva ryb Verkhney Ok. [The state of ichthyofauna and natural reproduction of fish of the upper Oka] // *Sb. nauch. tr. GosNIORKH*. Vyp. 336. S. 138–146.
- Lapickij I.I.* 1967. Metod ucheta chislennosti ryb v Cimlyanskom vodohranilishche [Method of accounting for the number of fish in the Tsimlyansk reservoir] // *Tr. Volgogradskogo otdeleniya GosNIORKH*. T. 3. Vyp. 6. S. 921–926.
- Materialy obosnovyivayushiye ob"emy vozmozhnogo vylova vodnykh byuresursov vo vnutrennykh vodakh Rossijskoi Federatsii za isklyucheniye vnutrennykh morskikh vod Rossijskoi Federatsii na 2018 god*. 2014. Tom IV (v dvukh knigakh). Volzhsko-Kaspiyskiy rubokhozyaystvennyy bassein. Kniga 1. Severnyy rybokhozyaystvennyy raion Volzhsko–Kaspiyskogo rybokhozyaystvennoi basseina [Materials proving the volume of possible catch of aquatic biological resources in the inland waters of the Russian Federation with the exception of inland sea waters of the Russian Federation for 2014. V. IV (in two books). The Volga-Caspian fisheries basin. Book 1. Northern Fishery Area of the Volga-Caspian Fisheries Basin]. M.: VNIRO. 330 s.
- Mitenkov Yu.A., Bykov A.D.* 2016. Vidovaya struktura ranney molodi ryb Verkhnego Tesheniya r. Oki v period pokatnykh migretyi [Species structure of the early juveniles of the upper reaches of the Oka river in the period of rolling migrations] // *Rybovodstvo i rybnoe khozyajstvo*. № 5. S. 19–27.
- Monakov A.V.* 1964. Zooplankton r. Oki [Zooplankton of the river Oki] // *Zagryazneniye i samoochisheniye reki Oki*. *Trudy ZIN AN SSSR*. M.-L.: Nauka. S. 143–148.
- Romanov A.G.* 2004. Vosproizvodstvo sterlyadi okskoi populyatsii na base Mozhayskogo proizvodstvennogo eksperimentalnogo rybovodnogo zavoda s ispolzovaniyem ustanovok zamknutogo tsykla vodosnabzheniya. [Reproduction of the sterlet of the Oka population on the basis of the Mozhaisk experimental production hatchery using closed-cycle water supply systems.] // *Sostoyaniye populyatsij sterlyadi v vodoemakh Rossii i puti ikh stabilizatsii*. M.: «Ehkonomika i informatsiya». S. 17–26.
- Otchet o rabote po kontrolyu za sostoyaniem syrevoiy basy rybokhozyaystvennykh vodojomov i regulirovaniyu rubolovstva Serpukhovskoi vezhraionnoi gosudarstvennoi inspektsii rybohrany za 2004 god*. 2005. [Report on the work on monitoring the state of the raw material base of fishery reservoirs and regulation of fishing Serpukhov inter-district state inspection of fish protection for 2004.] // *Fondy FGU «Mosrybvod»*. 11 s.

- Permitin I.E.* 1964. Ichthyofauna r. Oki. [Ichthyofauna of the river. Oki.] // Zagryaznenie i samoochishchenie r. Oki. Trudy ZIN AN SSSR. M. — L.: Nauka. T. 32. S. 208–215.
- Plokhinsky N.A.* *Biometriya* [Biometrics]. M.: Izd-vo MGU. 265 s.
- Poddubny A.G., Gordeev N.A.* Resultaty oblova otkrytykh plesov verkhnevolzhskikh vodokhranilish [Results of catching open reservoirs of the reservoirs by a ring network] // *Biologiya ryb verkhnevolzhskikh vodokhranilishch.* Tr. IBVV AN SSSR. 1966. Vyp. 13(16). S. 229–241.
- Podushka S.B., Shebanin V.M.* 1999. Sovremennaya ikhtiofauna r. Oki v raione g. Aleksin. [Modern ichthyofauna of the river. Oki in the town of Aleksin.] // *Byulleten' INEHNKO.* Vyp. 1. S. 31–35.
- Tereshchenko V.G., Nadirov S.N.* 1996. Formation of the structure of the fish population of the foothill reservoir [Formation of the structure of the fish population of the foothill reservoir] // *Voprosy ikhtiologii.* T. 36. № 2. S. 169–178.

TABLE CAPTIONS

- Table 1.** Stations of hydrobiological and ichthyological monitoring on the Oka River in the Moscow Region
- Table 2.** Composition and occurrence (in %) of fish in catches of smooth nets in some parts of the Oka River within the boundaries of the Moscow Region, for the period 2008–2012, 2016–2017.
- Table 3.** Species composition and occurrence (in %) of fish in catches of ring networks in some parts of the Oka River within the boundaries of the Moscow Region
- Table 4.** Species composition and occurrence (in %) of fish in the control catch of the fry scum in some parts of the Oka River within the boundaries of the Moscow Region
- Table 5.** The structure of the ichthyofauna, taking into account the ratio of occurrence of species on different biotopes of water bodies and watercourses in the basin of the Oka River (within the boundaries of the Moscow Region)
- Table 6.** Changes in the composition and biomass of commercial fish species in the sand extraction areas of the channel zone of the Oka River within the boundaries of the Moscow Region, kg/ha
- Table 7.** Distribution of the fish ichthyomass in the Oka channel at different depths of the tonal areas

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Map-scheme of hydrobiological and ichthyological monitoring stations on the Oka River within the boundaries of the Moscow Region. The name of the stations by numbers is shown in Table. 1; sections of the Oka River: I — Serpukhovskaya; II — Stupino-Kashirsky; III — Ozersky; IV — Kolomna; V — Likhovitsky

Водные биологические ресурсы

УДК 639.2.053.7 (262.81)

Современное состояние промысловых запасов и резервы промысла морских рыб Каспийского моря*А.В. Мирзоян, В.А. Калмыков, С.В. Канатъев, Р.П. Ходоревская*

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «КаспНИРХ»),
г. Астрахань
E-mail: kaspiy-info@mail.ru

В работе проанализировано состояние запасов морских видов рыб в Каспийском море. Оценена величина промыслового запаса 7 видов морских рыб (обыкновенной кильки *Clupeonella cultriventris caspia*, анчоусовидной кильки *Clupeonella engrauliformis*, большеглазой кильки *Clupeonella grimmi*, долгинской сельди *Alosa braschnikowii*, каспийского пузанка *Alosa caspia caspia*, большеглазого пузанка *Alosa saposchikowii*, атерины *Atherina boyeri caspia*, кефали *Liza aurata*). Даны прогнозы рекомендуемых уловов рыб и их освоение. Изложена история развития вылова биологических ресурсов до введения запрета на морской промысел и после него. Установлено, что в настоящее время морские виды рыб, обитающие в Каспийском море, являются резервами промысла, кроме анчоусовидной и большеглазой килек. Эффективность воспроизводства обыкновенной кильки ежегодно сохраняется на уровне среднепогодных показателей. Запасы стабильны, рекомендуется увеличить изъятие вида. Перечислены условия, при наличии которых возможен морской промысел рыб объёмом больше 100 тыс. т.

Ключевые слова: Каспийское море, каспийские кильки, морские сельди, атерина, кефаль, численность, биомасса, промысловые запасы, резервы промысла.

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море для России является одним из важнейших рыбохозяйственных водоёмов. Уникальный физико-географический облик моря тесно сопряжён с автохтонностью и эндемизмом видового состава ихтиофауны водоёма. Освоение морских промысловых объектов в Каспийском море неразрывно связано с побережьем Дагестана и открытыми морскими пространствами северной, средней, южной частей Каспийского моря. Историю развития

морского промысла можно условно разделить на килечный (анчоусовидная, большеглазая, обыкновенная килька), сельдяной (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки) и кефалевый, поскольку в силу биологических особенностей видов добыча каждого из них проводилась дифференцированно с использованием специальных орудий и районов лова.

Целью работы стала оценка состояния промысловых запасов морских видов рыб, которая необходима для обоснования величин воз-

возможного их промыслового изъятия. На основе анализа развития морского прибрежного рыболовства даны рекомендации по возобновлению промыслового изъятия морских мигрирующих рыб, являющихся резервом промысла в зоне ответственности Российской Федерации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал и методика исследований морских рыб в Каспийском море проводились согласно «Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания», [Судакова, 2011, а]; «Методике оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством» [Судакова, 2011, б]; статьи Ходоревской и др. [2015]. Объём биологического материала, собираемого ежегодно для оценки величины рекомендуемого вылова морских видов рыб, составляет более 10 тыс. экз.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Род *Clupeonella* Kessler, 1877 — тюльки, кильки — представители самого многочисленного рода рыб в Каспийском море. В Каспийском море обитают три вида килек: анчоусовидная килька *C. engrauliformis* Borodin, 1904, большеглазая килька *C. grimmi* Kessler, 1877, обыкновенная килька *C. cultriventris caspia* Svetovidov, 1941. Во второй половине XX в. уловы килек превышали 440 тыс. т. Основу уловов составляла анчоусовидная килька (90%). Весной 2001 г. произошла крупномасштабная гибель килек в Каспийском море. Высказано несколько причин [Катунин, Голубов, Кашин, 2002; Ларцева и др., 2003]. За последние пятнадцать лет в морской экосистеме, прежде всего, в средней и южной частях Каспия, произошли глубокие изменения, вызванные подводным землетрясением и вспышкой численности азово-черноморского интродуцента — гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassiz, 1865, подорвавшего кормовую базу рыб — зоопланктофагов [Камакин и др., 2004; Камакин, Егоров, 2005]. Два этих обстоятельства привели к массовой гибели анчоусовидной и большеглазой килек. Объёмы годового вылова килек Россией в 2011–2017 гг.

относительно 1999 г. (149,9 тыс. т) сократились в 100–169 раз. В видовом составе уловов стала преобладать обыкновенная килька (до 96,2%) со слабым фототаксисом [Асейнова, 2011; Асейнова и др., 2012; Канатъев и др., 2014; Канатъев, Асейнова, 2014]. Промысел в открытых пространствах Каспийского моря на свет стал нерентабельным и практически прекратил своё существование.

Анализ данных за период 2012–2017 гг. показал, что биомасса промыслового запаса килек изменялась в пределах от 532,43 до 736,47 тыс. т с тенденцией увеличения в последние три года. Формирование запаса у анчоусовидной (113,6–208,7 тыс. т) и большеглазой килек (0,77–2,87 тыс. т) происходило на низком уровне при доминирующей роли обыкновенной кильки. Промысловый ресурс обыкновенной кильки в 2017 г. составил 543,8 тыс. т, что на 88,3 тыс. т больше уровня среднепогодного значения за 2012–2017 гг. С 2014 г. отмечено увеличение численности анчоусовидной кильки и большеглазой кильки, однако общая и промысловая биомасса эндемичных видов (по отношению к запасам конца 1990-х гг.) продолжает оставаться в депрессивном состоянии [Парицкий, Разинков, 2003]. Следует отметить, что пополнение запасов во многом определяется показателем урожайности килек, который у всех трёх видов в 2017 г. находился на уровне или превышал среднее многолетнее значение, однако в количественном отношении он был неоднозначен: для более эвригалинной обыкновенной кильки находился на стабильном уровне с увеличением в последние два года (для южнокаспийского стада с 272 до 314 экз/лов; северокаспийского — с 485 до 566 экз/час траления). У эндемичных рыб размах этих колебаний в многолетнем плане изменялся в широком диапазоне: при росте урожайности с 2014 по 2015 гг. (с 127 до 230 экз/лов) у анчоусовидной кильки в 2016, 2017 гг. наблюдалось снижение численности новых поколений соответственно в 1,6 и 1,8 раза (147 и 123 экз/лов), указывая на понижение эффективности воспроизводства. Столь высокие колебания численности молоди эндемичных видов обусловлены не только гидрологическими условиями, но и прямым отрицательным воздействием гребневика, поскольку в гастровакулярной по-

лости у гребневиков (более 21 мм) обнаружены икра и личинки каспийских килек (по мнению специалистов, личинки принадлежали анчоусовидной кильке). В 2017 г. средняя концентрация гребневика относительно двух предыдущих лет увеличилась в 1,5 раза, составив 9,5 г/м³. В те годы, когда наблюдался спад биомассы гребневика, прослеживался рост исследовательских уловов сеголеток анчоусовидной кильки.

При рекомендованном вылове килек в 2012–2017 гг. в объёме 63,14–77,31 тыс. т фактический вылов, включая прибрежный (0,303–0,587 тыс. т) и морской (0,448–1,028 тыс. т) промысел, составлял 0,9–1,5 тыс. т или 1,4–2,3% от рекомендуемой величины (табл. 1).

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСПИЙСКИХ КИЛЕК

Килечный промысел до 50-х гг. прошлого столетия носил незначительный, нерегулярный характер и был ориентирован на запасы обыкновенной кильки (прибрежный лов ставными неводами до 7–30 тыс. т). Введение новой технологии лова на свет позволило обеспечить добычу килек в открытых районах моря и уже к 1958 г. их промысловое изъятие достигло 146 тыс. т. (с максимальным уловом 442 тыс. т в 1971 г.). В видовом составе уловов ведущее место стала занимать анчоусовидная килька (85,5%), на долю обыкновенной приходилось 10,2%, большеглазой кильки — 4,3% [Ловецкая, 1951]. В 1980–

Таблица 1. Промысловый запас каспийских килек в целом по морю и для России (тыс. т), рекомендованный вылов (РВ, тыс. т), улов (тыс. т) и освоение (%)

Виды рыб	Показатели	Годы					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Анчоусовидная килька	Запас, море*	123,2	124,2	113,6	208,7	180,1	189,8
	Запас, РФ*	48,3	48,7	44,5	81,8	70,6	74,4
	РВ**	7,7	6,4	7,9	9,8	9,8	18,1
	Улов	0,094	0,068	0,062	0,054	0,0002	0,008
	Освоение	1,2	1,0	0,8	0,55	0,002	0,04
Большеглазая килька	Запас, море*	0,85	0,77	1,43	2,53	2,18	2,87
	Запас, РФ*	0,41	0,38	0,7	1,23	1,1	1,4
	РВ**	0,24	0,14	0,1	0,065	0,08	0,210
	Улов	0,0133	0,0021	0,003	0,001	0	0,008
	Освоение	5,5	1,5	2,9	1,5	0	3,8
Обыкновенная килька	Запас, море*	445,6	440,4	417,4	484,1	489,9	543,8
	Запас, РФ*	301,8	289,3	282,7	327,9	331,9	368,4
	РВ**	56,6	56,6	57,0	56,4	56,6	59,0
	Улов	0,916	1,045	0,822	1,387	1,449	1,019
	Освоение	1,6	1,8	1,4	2,5	2,6	1,7
Все виды килек	Запас, море*	569,65	565,37	532,43	695,33	672,18	736,47
	Запас, РФ*	350,51	338,38	327,9	414,58	403,6	444,2
	РВ**	64,54	63,14	65,0	66,265	66,48	77,31
	Улов	1,0233	1,1151	0,887	1,442	1,4992	1,035
	Освоение	1,6	1,8	1,4	2,2	2,3	1,3

* По фактическим данным.

** От прогнозной величины.

Примечание. Доля России составляет: обыкновенной кильки — 67,74%, анчоусовидной кильки — 39,2%, большеглазой кильки — 48,75% [Научные основы устойчивого ..., 1998].

1990 г. объёмы годового вылова варьировали в среднем от 221 до 320 тыс. т. На пике развития килечного рыболовства количество рыболовных судов в среднем на промысле составляло 103 ед., в т. ч. среднетоннажных — 68 ед. и малотоннажных — 35 ед. (соответственно с суточными уловами за год — 18,4 и 8,3 т). В дальнейшем было принято решение об укрупнении добывающего флота и вывода с промысла малотоннажных судов (добывающих и транспортных), в связи с чем количество флота сократилось.

Таким образом, морской промысел килек претерпел существенные изменения: с мелководной акватории он переместился в глубоководные районы средней и южной частей Каспия, на смену традиционным сетным орудиям лова (отцеживающим и объёживающим) пришёл принципиально новый лов — рыбонасосами на свет и, наконец, из многовидового — превратился в одновидовой, базирующийся на анчоусовидной кильке. Продукция из кильки пользовалась у населения большим спросом, из-за низкой цены и разнообразия продуктов: свежей, солёной, копчёной кильки, консервов в виде паштетов и сардин в масле. После массовой гибели популяций анчоусовидной и большеглазой килек уловы резко сократились и рыбопромысловые суда стали продавать на другие бассейны. Количество судов на промысле килек в Каспийском море сократилось вначале до двух в 2018 г. увеличилось до пяти.

Следует отметить, что промысел килек продолжают вести четыре Прикаспийских государства с годовым выловом в 2011–2016 гг. от 19,2 до 24,7 тыс. т (из которых лишь 0,659 тыс. т или 2,7% приходится на анчоусовидную кильку, основу промысла стала составлять обыкновенная килька — 96,0%) [Протокол 36-го заседания ...; Протокол 1-го заседания ...]. Доля вылова килек Исламской Республикой Иран находилась на уровне 90,9%, Туркменистана — 3,4%, Азербайджана — 1,0% и России — 4,7%, что свидетельствует о незначительных масштабах специализированного отечественного промысла обыкновенной кильки, которая относится к видам с благоприятным промысловым ресурсом.

На данный момент промысел, проводимый флотом на свет (3–5 судов) в открытых про-

странствах южной части Каспия малоэффективен, поскольку сосредоточен на разреженных концентрациях анчоусовидной кильки, численность и биомасса которой небольшая. Интенсивность прибрежного лова обыкновенной кильки ставными неводами (5–10 неводов) находится на крайне низком уровне. Запас обыкновенной кильки стабилен и позволяет развивать её морской промысел разноглубинными тралами, бортовыми и конусными подхватами, а прибрежный лов — ставными неводами. С целью повышения эффективности промыслового изъятия килек сотрудниками ФГБНУ «КаспНИРХ» в 2009–2013 гг. проводились экспериментально-промышленные ловы обыкновенной кильки разноглубинными 30-метровыми тралами в северо-западной части средней части Каспия, которые показали свою перспективность [Асейнова и др., 2012; Канатъев и др., 2017]. Для рационального использования промыслового запаса обыкновенной кильки рекомендуется: в осенне-зимний период организовывать траловый лов с судов типа ПТР, РС-300 в количестве 5–7 ед. для облова промысловых концентраций, необходимо развитие прибрежного промысла ставными неводами вдоль побережья Дагестана от г. Махачкала до зал. Кизлярский (до 25 ставных неводов).

Появление с конца 90-х гг. прошлого века гребневика негативно повлияло на зоопланктон, на условия питания каспийских килек, содержание растворённого кислорода, численность и биомассу Copepoda, которые являются кормовым организмом каспийских килек. Установлено, что гребневик может уничтожать икру и личинок пелагофильных видов рыб [Камкин, Егоров, 2005; Катунин и др., 2013].

Таким образом, позитивное влияние антропогенного воздействия (интродукция кольчатых червей и моллюска) тесно переплетается с негативным влиянием дикого вселения гребневика и возможным нефтяным загрязнением при разработке углеводородного сырья, которые способны коренным образом изменить экосистему Каспийского моря.

Прибрежный промысел каспийских килек может осуществляться ставными неводами вдоль дагестанского побережья от г. Махачкала до зал. Кизлярский с 15 февраля по 10 мая.

Рельеф дна на побережье позволяет выставлять до 25 неводов. При средней производительности одного невода около 6 т в сутки объём вылова килек за сезон составит до 7,5 тыс. т.

Основной промысел каспийских килек может осуществляться на судах с использованием разноглубинных тралов и бортовых подхватов на протяжении 8 месяцев: январь-март и июль-ноябрь. Для освоения рекомендованного объёма вылова килек необходимо не менее 13 промысловых судов [Канатъев и др., 2017].

Анализ интенсивности промысла свидетельствует о том, что снижение заинтересованности у российских рыбодобывающих организаций к промысловой востребованности каспийских килек стало очевидным в начале 2000 г. и продолжается до настоящего времени. Основные причины заключаются в следующем:

1. Резкое уменьшение запасов анчоусовидной кильки, на которой базировался промысел, и низкая рентабельность добывающего флота.

2. Ставка на среднетоннажный флот с высокой производительностью рыбонасосами привела к полной потере малотоннажного флота и практически лишила возможности переориентировать эти суда для добычи обыкновенной кильки, обладающей благоприятным промысловым ресурсом, с использованием новых орудий, способов и районов лова — разноглубинными тралами, бортовыми, конусными подхватами.

3. Значительное капиталовложение без государственной поддержки (строительство новых рыболовных судов, орудий лова, береговой инфраструктуры и др.) является одним из основных сдерживающих факторов развития килечного промысла на современном этапе.

Объёмы вылова килек определяются, главным образом, низкой интенсивностью промысла, неразвитой рыбодобывающей и рыбоперерабатывающей инфраструктурой.

Род *Atherina* L., 1758 — **Атерины**. *Atherina boyeri caspia* Eichwald, 1837 — обыкновенная атерина.

Для нагула предпочитает солоноватоводные зоны. В 2011–2016 гг. промысловый запас атерины варьировал от 35,4 до 47,5 тыс. т, в 2017 г. достигал 40,3 тыс. т при рекомен-

дованном вылове в объёме 7,0 тыс. т. По статистическим данным в 2011–2016 гг. вылов составлял 0,39–10,38 т, по экспертной оценке фактическая величина промыслового изъятия колебалась от 38 до 66 т. При наращивании прибрежного лова обыкновенной кильки ставными неводами и разноглубинными тралами можно существенно увеличить объёмы добычи атерины.

Освоение рекомендуемой величины промысловых уловов не превышает 1%. Столь низкое освоение этого вида связано с отсутствием специализированного промысла.

В видовом составе траловых и неводных уловов в северной и средней частях Каспия как по численности, так и по биомассе атерина является вторым объектом после обыкновенной кильки. В исследовательских съёмках уловы атерины, в среднем на станцию, достигали максимальной величины (765 экз/час траления) — в весенний период (апрель, май), минимальной (244 экз/час траления) — в летний. Средний улов за период исследований в 2012 г. составил 402 экз/час траления, что близко к среднему многолетнему значению.

Запас атерины в течение всех лет наблюдений остаётся стабильным и находится на высоком уровне. Численность популяции вида и её динамика характерны для необлавливаемых объектов промысла. В связи с тем, что запас атерины промыслом практически не используется, к популяции применимы рекомендации Е.М. Малкина [1999], определяющего величину изъятия в 46% (табл. 2).

Атерина является основным приловом при промысле обыкновенной кильки. Для её лова у побережья Дагестана можно устанавливать ставные невода и другие орудия лова ловушечного типа. Атерина может использоваться для производства муки. Миграция вида происходит одновременно с обыкновенной килькой, следовательно, сроки промысла атерины те же, что для экспедиционного и прибрежного лова обыкновенной кильки. При этом надо отметить, что затраты на добычу рыб берегового промысла не велики и при правильной организации работ их можно ещё сократить. Всё это делает атерину перспективным видом морского промысла.

С учётом важности вида, как консумента Каспийского моря, доля изъятия от промысло-

Таблица 2. Динамика запасов атерины

Годы	Общий запас		Промысловый запас		Прогноз, тыс. т	Улов, т	Освоение, %
	Численность, млрд. экз.	Биомасса, тыс. т	Численность, млрд. экз.	Биомасса, тыс. т			
2012	10,9	53,4	9,5	47,5	7,0	10,3	0,15
2013	8,0	39,1	6,8	35,4	7,0	1,4	0,0019
2014	8,6	45,6	7,2	38,2	7,0	0,39	0,0056
2015	9,3	45,5	8,0	39,2	7,0	10,69	0,2
2016	9,2	41,4	7,9	38,2	7,0	10,38	0,1
2017	9,1	44,3	7,9	40,3	7,0	0,097	0,001

Таблица 3. Промысловый запас морских сельдей в целом по морю и для России (тыс. т), рекомендованный вылов (РВ, тыс. т), улов (тыс. т) и освоение (%)

Виды рыб	Показатели	Годы					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Долгинская сельдь	Запас, море*	65,3	63,1	58,5	50,5	50,1	50,1
	Запас, РФ*	30,7	29,5	27,1	23,8	23,6	23,6
	РВ**	7,0	6,8	6,8	6,5	7,2	7,0
	Улов	0,053	0,058	0,134	0,236	0,617	0,621
	Освоение	0,8	0,8	2,0	3,6	8,6	8,9
Большеглазый пузанок	Запас, море*	25,6	22,6	25,5	25,3	21,3	21,3
	Запас, РФ*	11,0	9,7	10,8	11,1	10,0	9,7
	РВ**	2,4	2,5	2,4	2,2	2,9	2,8
	Улов	0,039	0,037	0,054	0,068	0,154	0,169
	Освоение	1,6	1,5	2,3	3,1	5,3	6,0
Каспийский пузанок	Запас, море*	16,8	18,4	21,4	23,7	22,0	24,7
	Запас, РФ*	11,6	12,7	12,7	16,4	13,3	14,9
	РВ**	2,7	2,5	2,7	3,3	4,1	4,6
	Улов	0,042	0,018	0,064	0,077	0,174	0,198
	Освоение	1,6	0,7	2,4	2,3	4,3	4,3
Все виды сельдей	Запас, море*	107,7	103,6	101,2	109,6	96,3	95,0
	Запас, РФ*	53,3	51,9	50,6	55,8	48,5	48,6
	РВ**	12,1	11,8	11,9	12,0	14,2	14,4
	Улов	0,134	0,113	0,254	0,381	0,945	0,988
	Освоение	1,1	1,0	2,1	3,2	6,7	6,9

* По фактическим данным.

**От прогнозной величины.

Примечание. Доля России составляет: долгинской сельди — 47,1%, каспийского пузанка — 69,1%, большеглазого пузанка — 42,85% [Научные основы устойчивого ..., 1998]

вого запаса рекомендуется вдвое ниже, в объёме 20%, рекомендованный вылов на 2017 г. — в объёме 7,0 тыс. т.

Род *Alosa* Linck, 1790 — **Сельди**. Многочисленное семейство рыб в Каспийском бассейне. В начале XX в. уловы сельдей без учёта Исламской Республики Иран превышали 333,2 тыс. т. Начиная с 1964 г. для сохранения осетровых морской промысел сельдей сетями в Каспийском море был прекращён из-за значительного прилова молоди осетровых. Согласно классификации, изложенной в «Аннотированном каталоге круглоротых и рыб континентальных вод России» [1998], различаются несколько видов сельдей [Аннотированный каталог ..., 1998], приуроченных к разным районам Каспийского моря, особенно большое разнообразие форм встречается в южной части моря: аграханская сельдь — *A. braschnikowii agrachanica* Michailowskaja, 1941; большеглазая сельдь — *A. b. autumnalis* Berg, 1913; бражниковская или долгинская сельдь — *A. b. braschnikowii* Borodin, 1904; астрабадская или белоголовая сельдь — *A. b. grimmi* Borodin, 1904; сельдь Киселевича — *A. b. kisselewitschi* Bulgakov, 1926; красноводская сельдь — *A. b. nirchi* Morosow, 1928; восточная сельдь — *A. b. orientalis* Michailowskaja, 1941; саринская сельдь — *A. b. sarensis* Michailowskaja, 1941. В сводке «Рыбы пресных морей Европы» [1991] все каспийские бражниковские сельди сведены в один вид *Alosa maotica* Grimm, 1901 [Hoestlandt, 1991].

В настоящее время к резервным объектам промысла относятся три вида морских сельдей: *A. braschnikowii* Borodin, 1904 — долгинская сельдь, *A. caspia caspia* Eichwald, 1838 — каспийский пузанок, *A. saposchikowii* Grimm, 1887 — большеглазый пузанок.

После запрета морского рыболовства морские сельди практически не использовались промыслом, что благотворно повлияло на их запасы. Биомасса промыслового запаса в 2011—2016 гг. изменялась в пределах от 96,3 до 109,6 тыс. т, на 2017 г. определена в объёме 95,0 тыс. т. В ряде лет прослеживалась незначительная тенденция снижения данного показателя (в основном за счёт промыслового запаса хищных сельдей), что взаимосвязано с отрицательной регрессией уровня моря (табл. 3).

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ СЕЛЬДЕЙ

Запрет морского промысла, введённый в 1960 гг. прошлого столетия с целью сохранения запасов осетровых, благотворно повлиял на запасы морских сельдей, площадь рыболовных вод России на побережье Каспийского моря для промысла морских видов рыб ограничилась береговой линией Дагестана. Представители этих видов (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки), пожалуй, единственные из промысловых рыб Каспия, биоресурсы которых уже более полувека не используются специализированным промыслом.

Практически полная ликвидация прибрежного сельдяного лова на западном побережье Каспийского моря привела к значительным экономическим потерям рыбохозяйственной отрасли на юге России.

История развития прибрежного промышленного рыболовства морских видов рыб в Каспийском море неразрывно связана с побережьем Дагестана, т. к. в Волго-Каспийском регионе добыча чисто морских водных биоресурсов всегда была незначительной и не представляла промыслового интереса.

Площадь морских рыболовных вод Дагестана расположена вдоль западного побережья Каспийского моря и простирается на 420 км от обсохшего устья р. Кума до границы с Азербайджаном. Всё морское побережье по физико-географическому положению и рыбохозяйственному значению ещё в начале прошлого столетия условно подразделялось на северный и южный районы. Южный район находился между городами Махачкала и Дербент (исключительно морской), где преобладал преимущественно сельдяной промысел. Северный район (более опреснённый) простирался от устья р. Кума до г. Махачкала и представлял собой продолжение волжского предустьевое пространства, там вылавливались осетровые и полупроходные виды рыб.

Первые попытки организовать сельдяной промысел по побережью Дагестана относятся к 90-м гг. XIX века, когда с проведением железной дороги между городами Махачкала и Дербент, стали быстро возникать промысло-

вые участки. В 1914 г. на юге уже работало 54 рыбных промысла.

Рыболовство южной части моря базировалось на сельдяном промысле, основными объектами которого были пять видов сельдей: каспийский пузанок, большеглазый пузанок, долгинская сельдь, сельдь-черноспинка *A. kessleri kessleri* Grimm, 1887 и волжская сельдь *A. kessleri volgensis* Berg, 1913, из них первые два вида достигали до 90% от общего улова.

Для вылова сельдей с 1890-х гг. применялся береговой невод размерами от 900 до 1800 м, позже, начиная с 1912 г., стали применять ставные сети. Сельдяной промысел по срокам лова был кратковременным — начинался со второй половины марта и заканчивался в начале мая, в период массовой нерестовой миграции сельдей к берегам. В отличие от прибрежного неводного лова добыча осетровых и частичковых видов рыб осуществлялась круглогодично. Рыбу отлавливали ставными сетями и самоловными крючковыми снастями в открытом море, а так же в предустьевых пространствах р. Сулак и Самур. Большинство рыбаков совмещали сельдяной и красноловно-частиковый лов и были задействованы на промысле в течение всего года [Калмыков и др., 2012 а].

Средняя продуктивность южного района в 1908—1914 гг. ежегодно составляла 50,4986 тыс. т, причём на долю сельдей приходилось — 90,5%, осетровых и частичковых видов рыб, соответственно, 5,4 и 4,1%. Общий улов к началу первой мировой войны, включая северный и южный промысловые районы Дагестана, составлял 55,1506 тыс. т производственного сырья, в т. ч.: сельдей — 82,9%, осетровых — 7,1%, икры осетровых — 0,1%, частичковой рыбы — 9,9% [Калмыков и др., 2012 а].

Прибрежный лов, при наличии промысла морских сельдей, изменялся на протяжении последующих 45 лет, при этом наблюдалось колебание численности рыб, вызванных различными факторами: социально-экономическими, биологическими, организационными. Так, например, в 1923—1924 гг. при сокращении сельдяных промыслов до 27 единиц вылов сельдей на побережье Дагестана снизился до 16,4505 тыс. т, но уже в 1926—1927 гг. при

открытии 41 тонневого участка объём вылова увеличился в 3 раза.

Рассматривая динамику вылова морских сельдей по всему Каспийскому бассейну, можно выделить следующие моменты — в 1930—1945 гг., уловы варьировали на высоком уровне 81,2—129,5 тыс. т. За этим последовали периоды уменьшения добычи морских сельдей от 60,5 тыс. т (1946—1950 гг.) до 51,2 тыс. т (1956—1960 гг.). Основными причинами падения запасов сельдей назывались: сокращение их нерестового ареала в результате регрессии уровня моря, истребление молоди сельдей при береговом лове кильки ставными неводами и рыбонасосами на свет, сейсмозащита и загрязнение моря нефтепродуктами.

В 1961—1965 гг. снижение добычи приняло катастрофический характер — среднегодовой улов по Каспийскому бассейну составил 15,7 тыс. т (при минимальном показателе 3,5 тыс. т в 1965 г.) и совпало с запретом морского рыболовства. Вместо 58 участков, работавших до этого, было оставлено всего 6 сельдяных промыслов.

Вновь организованный сельдяной промысел закидными неводами в 1980—2000 гг. на дагестанском побережье на 3—4 экспериментальных тонневых участках, приближённый к промысловому режиму, показал свою перспективность. Средний улов за замёт составил 1,9 т, улов на усилие с учётом интенсивности лова равнялся 3,6 т. Это сопоставимо с показателями промысла сельдей в 1930—1950 гг. В видовом составе сельдей доминировали каспийский пузанок — 85,0% и долгинская сельдь — 10%, доля большеглазого пузанка не превышала — 5%, сельдь-черноспинка встречалась в незначительном количестве.

В последующий период (2001—2011 гг.) наблюдалось резкое снижение всех показателей, характеризующих интенсивность прибрежного рыболовства, уменьшились сроки лова, количество задействованных тонневых участков и сделанных замётов, что привело к сокращению общего вылова сельдей, несмотря на довольно высокий средний улов на усилие в 2010 г. [Калмыков и др., 2012 б].

При добыче морских сельдей необходимо затратить дополнительные капиталовложения на организационно-техническое обеспечение:

приобретение неводов, холодильного оборудования, транспорта, развитие инфраструктуры (от способов переработки рыбы в ассортименте до конечной реализации её продукции). Кроме этого, у ловцов отсутствует гарантия сбыта всей выловленной сельди, т. к. предложение превышает спрос, и рыбаки добывают её такое количество, которое заказывается заранее. В 2011 г. при возможном вылове морских мигрирующих сельдей в объёме 11,8 тыс. т улов составил всего 80,5 т, где доля закидным неводом не превысила 0,07% от улова.

Исходя из выше изложенного, следует, что развитие прибрежного рыболовства должно рассматриваться как одно из наиболее перспективных направлений рыбной отрасли региона и обеспечиваться гарантированной государственной поддержкой данного вида предпринимательства в дотационных вопросах. Необходимо планомерно и целеустремлённо наращивать прибрежный лов закидными неводами за счёт введения новых тоневых участков от г. Дербент до пос. Каякент с последующим распространением сельдяного промысла вдоль всего южного побережья Дагестана.

На современном этапе морские мигрирующие сельди (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки) относятся к резервным объектам промысла со стабильным промысловым запасом.

Промысел морских сельдей проводится в весенний период ставными сетями с крупной ячеей (40–45 мм) вдоль дагестанского побережья. Наиболее эффективный лов закидными неводами не осуществлялся. Увеличение орудий лова в 2016 г. до 2445 шт. против 360 шт. (2011–2014 гг.) и расширение районов промысла положительно отразились на освоении рекомендованного вылова, который достиг 6,7%, что в 2,5 раза больше уловов 2015 г. и в 11,5 раза уровня 2011 г. Применение при добыче только крупноячейных орудий лова снижает показатель вылова, поскольку селективно облавливают лишь старшевозрастные группы рыб при отсутствии пресса промысла на остальные части популяций. По нашим расчётным данным эти потери в 2016 г. оценивались в 2,5 тыс. т.

Таким образом, низкое промысловое освоение морских сельдей во все предыдущие годы

обусловлено не состоянием их промысловых запасов, а низкой интенсивностью промысла.

Род *Liza* Jordan et Swain, 1884 — **Кефали-лизы**. *Liza aurata* Risso, 1810 — сингиль, джулара.

Кефаль (сингиль). В 1930–1934 гг. с целью натурализации в Каспийское море были выпущены молодь трёх видов кефалей — лобан, сингиль и остронос. Менее чем через 10 лет после вселения сформировались промысловые стада сингиля и остроноса, которые встречались у берегов в южной части Каспийского моря, в тёплое время — у берегов средней и северной частей Каспия [Костюрин, 2008]. Сингиль, по сравнению с остроносом, освоил более северные районы.

Сингиль — типично морская стайная рыба. После акклиматизации из Чёрного моря для нагула использует всю акваторию Каспийского моря, в предустьевых зонах концентрация значительно меньше. В южной части моря встречается круглый год, в средней — появляется только весной, осенью мигрирует на юг. Редко вылавливается в северной части моря, за исключением Мангышлакского района. В начале марта после повышения температуры воды начинает миграцию с юга на север. В апреле появляется в средней части моря, а в середине мая в районе Сулака и пова Мангышлак. Во время миграции усиленно питается, предпочитает мелководные участки и в этот период встречается близко от берегов. Это ценная промысловая рыба. Содержание жира до 13%.

В настоящее время видовой состав кефалей в российской зоне Каспийского моря представлен только сингилем, рекомендованный вылов которого в 2011–2017 гг. оценивался в объёме 2,0–2,6 тыс. т при колебаниях промысловой биомассы от 9,91 до 10,77 тыс. т (табл. 4).

В 2001–2008 гг. уловы в сетных порядках варьировали в пределах 4,7–70,9 т. Начиная с 2009 г. вылов увеличился до 806 т, когда для промышленного лова стали применять обкидные сети в режиме активного поиска и обмета косяков [Калмыков и др., 2014]. В 2010–2012 гг. вылов кефалей на дагестанском побережье колебался от 257 до 551,5 т. В настоящее время запас кефали не исполь-

Таблица 4. Промысловый запас кефали (тыс. т), рекомендованный вылов (РВ, тыс. т), улов (тыс. т) и освоение (%)

Вид	Показатели	Годы					
		2012	2013.	2014	2015	2016	2017
Кефаль	Запас, РФ	10,77	10,21	10,18	9,91	10,07	10,1
	РВ	2,0	2,0	2,1	2,0	2,6	2,5
	Улов	0,2571	0,5517	0,4962	0,6882	0,8115	0,761
	Освоение	12,9	27,6	23,6	34,4	31,2	30,5

зуются в полном объёме по причине низкого уровня организации и интенсивности промысла. Натурализацию в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне приобрели кефали (сингиль и остронос). Успешная интродукция кефалей — остроноса и сингиля, которые относятся к детритноядным формам и не представляют конкуренции в питании местной ихтиофауне, позволила им освоить практически всю акваторию моря.

Рассматривая сроки появления молоди в уловах и соответствующие стадии развития, важно отметить, что встречаемость личинок сингиля наблюдалась с июня по сентябрь, что свидетельствует о воспроизводстве данного вида и в северной части Каспийского моря [Гаврилова, Абдулаева, 2012]. Таким образом, сингиль продолжает расширять свой нерестовый ареал. Анализ биологических показателей указывает на устойчивую качественную структуру сингиля в российской зоне северной и средней частей Каспия, что позволяет прогнозировать промысловый запас на уровне среднесезонных величин. Численность и биомасса промыслового стада кефалей в 2012–2016 гг. варьировала в узких пределах — 10,64–11,71 млн. экз. и 9,7–10,77 тыс. т, возможный вылов оценивался (20% от промыслового запаса) в объёме 2,0–2,1 тыс. т.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕФАЛИ

Промысел кефалей в море носил случайный характер в качестве прилова при добыче других видов рыб (сельдевых, частиковых). В целом за все годы эксплуатации запасов кефалей до 1955 г. улов в советских водах не превышал 1,58 тыс. т, в иранских водах по экспертной оценке — 2,0–3,0 тыс. т.

Контрольный лов кефалей у туркменских берегов начинался с 1937 г. Запрет морского промысла, введённый в 60-е гг. прошлого столетия с целью сохранения запасов осетровых, благотворно повлиял на запасы кефалей. В современный период в 2001–2011 гг. у иранского побережья уловы кефалей (сингиль и остронос) изменялись от 2,68 до 6,87 тыс. т, составляя в среднем 4,47 тыс. т. У азербайджанского побережья в качестве прилова в 2002–2010 гг. добывалось от 3,4 до 62,2 т кефалей. У туркменского побережья в настоящее время промысла кефалей нет. В районе п-ова Мангышлак (Республика Казахстан) годовой улов кефали не превышает 267 т.

Согласно действующим Правилам рыболовства промысел кефалей разрешён с июня по октябрь. В настоящее время (2009–2012 гг.) вылов осуществляется ставными и обкидными сетями в режиме активного поиска и облёта косяков рыб. Существующий российский промысел кефали сосредоточен на побережье Дагестана. Динамика изъятия этого вида свидетельствует о значительном увеличении вылова начиная с 2009 г., когда для промышленного лова стали применять обкидные сети.

Запас кефали недоиспользуется по причине низкого уровня организации и интенсивности промысла. В 2001–2008 гг. уловы в сетных порядках варьировали в пределах 4,7–70,9 т. В 2009 г. произошло существенное увеличение вылова кефали (806,6 т), что объясняется внедрением в промысел новых орудий лова — обкидных сетей и приёмом рыбы непосредственно в районе лова (судно с холодильной установкой РДОС). В 2012 г. вылов кефалей на дагестанском побережье составил 551,46 т при освоении промышленной квоты на 27,6%.

В 2010–2014 гг. наблюдалось некоторое снижение добычи кефали до 257–551,5 т, что связано с неудовлетворительной организацией промысла (поздние сроки выдачи разрешений на лов, незначительное количество предприятий, осваивающих квоту, отсутствие приёма рыбы в море). В 2015, 2016 гг. промысловое изъятие кефали превысило средний многолетний показатель за последние пять лет, составив соответственно 688,254 и 811,5 т или 34,4 и 31,2% освоения. Освоение рекомендованного вылова кефалей в полном объёме возможно только при эффективной организации специализированного промысла в западной зоне в северной части Каспия (своевременный выход на промысел всех предприятий, приём рыбы непосредственно в районе лова).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов исследований по оценке запасов каспийских килек показал, что наиболее перспективным районом для промысла обыкновенной кильки является район северо-западной части Среднего Каспия (траверз о. Чечень — г. Дербент). В этом районе в результате взаимодействия ветровых и градиентных течений образуется антициклонический круговорот, который приводит к уплотнению температурного фронта с высоким горизонтальным градиентом в слое 30–50 м, что способствует накоплению массы кормового зоопланктона и скопления обыкновенной кильки.

Для успешного освоения запасов обыкновенной кильки использование ставных неводов в период миграций остаётся перспективным способом увеличения её вылова. Прибрежный промысел может проводиться в течение 50 суток ставными неводами у побережья Дагестана от г. Махачкала до зал. Кизлярский с марта по май при серьёзных инвестициях в данный промысел. Вдоль побережья может выставляться до 25 ставных неводов. При средней производительности одного невода около 6 т/сутки, объём вылова кильки за сезон определяется в 7,5 тыс. т.

Все эти виды лова ориентированы на запасы северокаспийского стада обыкновенной кильки. В южной части Каспия, в районах традиционного килечного промысла, лов обыкновенной кильки южнокаспийского стада мо-

жет осуществляться в течение всего года при условии разработки и внедрения в промышленность орудий лова на свет, позволяющих регулировать видовой состав улова в южной части Каспия с увеличением доли обыкновенной кильки.

Промысловые запасы атерины позволяют увеличить её вылов при повышении интенсивности промысла обыкновенной кильки.

Развитие прибрежного рыболовства должно рассматриваться как одно из наиболее перспективных направлений рыбной отрасли региона.

На современном этапе морские мигрирующие сельди (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки) относятся к резервным объектам промысла со стабильным промысловым запасом. В случае увеличения масштабов и интенсивности прибрежного промысла закидными неводами морские сельди могут быть существенным дополнением к общему объёму вылова морских видов рыб на юге России.

Промысел кефали необходимо осуществлять обкидными сетями, используя их как основные орудия лова, в активном режиме поиска основных скоплений рыб. Необходимо наращивать лов, который практически исключает прилов осетровых и других видов рыб и является селективным в отношении кефалей.

В целом прогноз рекомендуемого вылова морских видов рыб в Каспийском море Российской Федерацией на 2019 г. может составить более 100 тыс. т. Основу промысла составит обыкновенная килька — 79,9 тыс. т, морские сельди — 13,2 тыс. т, атерина — 7 тыс. т, кефаль — 2,5 тыс. т.

С целью рационального использования морских промысловых ресурсов Каспийского моря Росрыболовством с участием органов власти прикаспийских субъектов и рыбохозяйственной науки, разработан и реализуется план мероприятий по развитию промысла каспийских килек и иных перспективных водных биологических ресурсов. Вылов морских рыб уже в ближайшее десятилетие может достигнуть 100–120 тыс. т.

К основным причинам промыслового недоиспользования, так называемых резервных объектов промысла, можно отнести практи-

чески полную утрату мощностей для приёма, переработки и сохранения морской рыбопродукции в указанных объёмах. На данный момент у ловцов отсутствует гарантия сбыта всей выловленной морской рыбы (прибрежный лов обыкновенной кильки, атерины, сельдей, кефали), т. к. предложение рыбаков превышает спрос, и рыбаки добывают её такое количество, которое заказывают либо заранее или позволяют приёмные ёмкости.

В соответствие с Правилами рыболовства каких-либо существенных препятствий для добычи недоиспользуемых видов в настоящее время нет, промысел в зависимости от массовости миграций объектов ограничен только сроками, районами и орудиями лова с целью рационального использования запасов. Оптимальная организация промысла морских биоресурсов базируется на основе круглогодичного многовидового промысла при задействовании малотоннажных судов: лов килек (и атерины в качестве прилова) рыболовецкими судами разноглубинными тралами, конусными и бортовыми подхватами (июль-март); морских сельдей ставными и обкидными сетями, на путях миграции производителей вдоль дагестанского побережья (март-май); кефали — ставными и обкидными сетями с июня по ноябрь. В весенний период предусматривается прибрежный лов обыкновенной кильки (ставные невода) и морских сельдей (закидные невода).

В перспективе планируется развивать логистические сети — изготовление, доставка морской рыбной продукции к потребителю: сырец, глубокая заморозка, соленье, мука, консервы и др., которая в недалёком прошлом пользовалась большим спросом.

ЛИТЕРАТУРА

- Асейнова А.А. 2011. Биологические основы формирования численности обыкновенной кильки в современных условиях Каспия // Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов. Мат. докл. I Всерос. конф. с между. участием. М.: Изд-во «АКВАРОС». Т. 1. С. 35–41.
- Асейнова, А.А., Ходоревская Р.П., Абдусаматов А.С. 2012. Современное состояние запасов обыкновенной кильки *Clupeonella cultriventris caspia* в Каспийском море // Юг России: экология, развитие. № 4. С. 32–39.
- Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. 1998. М.: Наука. 218 с.
- Гаврилова Д.А., Абдулаева Д.Р. 2012. Биология и распределение молоди кефали (сингиля) *Liza aurata* по результатам ихтиопланктонной съёмки в северной части Каспийского моря // Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек. Мат. III между. науч.-практ. конф. молодых учёных, посвящ. 115-летию КаспНИРХ (Астрахань, 26–27 сентября 2012 г.). Астрахань: КаспНИРХ. С. 31–33.
- Гераскин П.П. 2013. Реакция организма каспийских осетровых (Acipenseridae) на загрязнение среды обитания. Автореф. ... док. биол. наук. М. 39 с.
- Ларцева Л.В., Проскурина В.В., Вьюшкова Л.А. 2003. О возможных причинах гибели каспийских килек. // Современные проблемы биологических ресурсов Каспийского моря. Изд-во КаспНИРХ. Астрахань. С. 67–69.
- Ловецкая А.А. 1951. Каспийские кильки и их промысел. М.: Пищепромиздат. 45 с.
- Калмыков В.А., Ходоревская Р.П., Абдусаматов А.С., Смирнов А.В. 2012 а. Обзор развития прибрежного рыболовства морских сельдей закидными неводами на западном побережье Каспийского моря (российский регион) // Вопросы рыболовства. Т. 13. № 4 (52). С. 773–778.
- Калмыков, В.А., Ходоревская Р.П., Абдусаматов А.С., Смирнов А.В. 2012 б. Перспективы развития прибрежного рыболовства морских сельдей на западном побережье Каспийского моря (российский регион) // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса. Мат. III науч.-практ. конф. молодых учёных с между. участием. М.: Изд-во ВНИРО. С. 41–43.
- Калмыков В.А., Ходоревская Р.П., Гаврилова Д.А., Аббакумов В.П. 2014. Результаты антропогенного воздействия на окружающую среду Нижней Волги и Каспийского моря на примере интродукции кефалей и растительноядных рыб. // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов. Мат. докл. II Всерос. науч.-практ. конф. (с между. участием). 21 июня 2014 г. Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.), С. 159–163.
- Камакин А.М., Егоров С.Н. 2005. Влияние популяции *Mnemiopsis leidyi* на различные трофические уровни экосистемы Каспийского моря // Актуальные проблемы современной науки. Тр. I-го Между. форума (6-й Между. конф.). Естественные науки. Ч. 13: Экология. Самара: Изд-во СГТУ. С. 65–72.
- Камакин А.М., Ушивцев В.Б., Коренек В.Г. 2004. Вертикальное распределение популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Каспийском море // Труды КаспНИРХа. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2003 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа. С. 191–198.

- Канатъев С.В., Калмыков В.А., Ходоревская Р.П. 2013. Каспийская атерина как резервный объект промысла // Рыбное хозяйство. № 3. С. 49–51.
- Канатъев С.В., Асейнова А.А. 2014. Современное состояние популяции обыкновенной кильки *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) и перспективы ее 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. 2. С. 232–236.
- Канатъев С.В., Помогаева Т.В., Разинков В.П. 2014. Перспективы морского тралового промысла обыкновенной кильки в российской части Северного Каспия // Сохранение биологических ресурсов Каспия. Межд. науч.-практ. конф. Астрахань, 18–19 сентября 2014 г. Мат. докл. Астрахань: Изд-во АГТУ. С. 62–71.
- Канатъев С.В., Калмыков В.А., Парицкий Ю.А., Асейнова А.А., Разинков С.П., Помогаева Т.В., Балченков И.Б. 2017. Современное состояние и перспектива развития промысла каспийских килек // Мат. XIX межд. науч. конф. с элементами науч. школы молодых учёных «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России». 2 том. Махачкала. ИПЭ РД, С. 620–622.
- Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. 2002. Импульс гидровулканизма в Дербенской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 г. Изд-во КаспНИРХ. Астрахань. 41–55.
- Катунин Д.Н., Азаренко М.Н., Дегтярева Л.В., Камакин А.М., Лардыгина Е.Г., Никулина Л.В. 2013. Экологические последствия современных внутриводоёмных процессов в пелагиали Каспийского моря (2000–2012 гг.) и возможные при дополнительной углеводородной нагрузке // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях нефтегазовых месторождений. Мат. V межд. науч.-практ. конф. Астрахань: КаспНИРХ, 2013. С. 103–111.
- Костюрин Н.Н. 2008. Современное состояние запасов сингиля в западной части Среднего и Северного Каспия // Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна: материалы международной научно-практической конференции (13–16 октября 2008 г., Астрахань). Астрахань: КаспНИРХ. С. 109–112.
- Парицкий Ю.А., Разинков В.П. 2014. Биология и состояние запасов большеглазой кильки (*Clupeonella grimmi*) в 2013 году // Современное состояние биоресурсов внутренних вод: Мат. докл. II Всерос. конф. с межд. участием. 6–9 ноября 2014 г., Борок. М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС, Т. 2. С. 437–442.
- Приходько Б.И. 1975. Кильки Каспийского моря и их численность // Труды ВНИРО. Т. 108. С. 144–153.
- Протокол 36 заседания Комиссии по водным биологическим ресурсам Каспийского моря 21–23 июня 2016 г. Доступно через: <http://mgov.kz/ru/36-oe-zasedanie-komissii-po-vodnym-biologicheskim-resursam-kaspijskogo-morya-prohodit-v-astane/>. 20.11.2017.
- Протокол 1 заседания Комиссии по сохранению, рациональному использованию водных биологических ресурсов и управлению их совместными запасами. Баку. 21–23 ноября 2017 г. Доступно через: <http://www.vniro.ru/ru/novosti/ob-uchastii-vniro-v-komissii-po-sokhraneniyu-ratsionalnomu-ispolzovaniyu-vodnykh-bioresurov-kaspijskogo-morya-i-upravleniyu-ikh-sovmestnymi-zapasami>. 20.11.2017.
- Судаков Г.А., Власенко А.Д., Ходоревская Р.П., Катунин Д.Н., Кузнецов Ю.А., Кашин Д.В., Дегтярева Н.Г., Лепилина И.Н., Сидорова М.А., Парицкий Ю.А., Гераскин П.П., Егоров С.Н., Мироненко О.В., Тарадина Д.Г., Проскурина В.В., Довгопол Г.Ф., Ветлугина Т.А., Белоголова Л.А., Костюрин Н.Н., Кузнецов В.В., Янченков В.П., Никитин Э.В., Власенко С.А., Гутенева Г.И., Калмыков В.А., Рылина О.Н. 2011 а. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань. КаспНИРХ. 193 с.
- Судаков Г.А., Власенко А.Д., Ходоревская Р.П., Кузнецов Ю.А., Дегтярева Н.Г., Лепилина И.Н., Сидорова М.А., Парицкий Ю.А., Кушнарченко А.И., Ветлугина Т.А., Белоголова Л.А., Калмыков В.А., Зыкова Г.Ф., Довгопол Г.Ф., Костюрин Н.Н., Седов С.И., Андрианова С.Б., Кузнецов В.В., Асейнова А.А., Канатъев С.В., Балченков И.Б., Янченков В.П. 2011 б. Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством. Астрахань КаспНИРХ. 119 с.
- Ходоревская, Р.П., В.А. Калмыков, В.Н. Ткач. 2015. Значение комплексных исследований для практических рекомендаций по водным биологическим ресурсам Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна // Труды ВНИРО. Т. 156. С. 158–175.
- Nordmann A. 1840. Observations sur la faune pontique // Voyage dans la Russie meridionale et la Grimme execute en 1837 sous la direction de M. A. de Demidoff. Paris. Vol. 3. p. 355–635.

Поступила в редакцию 27.03.2018 г.
Принята после рецензии 01.06.2018 г.

Aquatic biological resources

The current state of commercial stocks and reserves of the Caspian Sea fishery

A.V. Mirzoyan, V.A. Kalmykov, S.V. Kanatiev, R.P. Khodorevskaya

Caspian research institute of fishery (FSBSI «KaspNIRKH»), Astrakhan

The paper analyzes the state of marine fish stocks in the Caspian Sea. The size of the commercial stock of 7 species of marine fish (common sprat *Clupeonella cultriventris caspia*, anchovy sprat *Clupeonella engrauliformis*, big-eyed sprat *Clupeonella grimmeri*, dolgina herring *Alosa braschnikowii*, Caspian pheasant *Alosa caspia caspia*, large-eyed scallop *Alosa saposchikowii*, aterina *Atherina boyeri caspia*, mullet *Liza aurata*) has been estimated. The forecasts of recommended fish catches and their development are given. The history of the development of biological resources catch up before the ban on sea fishing and afterwards. It has been established that at present marine species of fish living in the Caspian Sea are the reserves of the fishery, except anchovy and large-eyed sprat. The efficiency of reproduction of ordinary sprat per year is maintained at the level of the average long-term indicators. Stocks are stable, it is recommended to increase the catch of the species. The conditions of which it is possible to fish more than 100,000 tons of fish are listed.

Keywords: Caspian Sea, Caspian sprat, sea herring, aterina, mullet, abundance, biomass, commercial reserves, fishery reserves.

REFERENCES

- Asejnova A.A. 2011. Biologicheskie osnovy formirovaniya chislennosti obyknovnoy kil'ki v sovremennykh usloviyakh Kaspiya [Biological foundations of the formation of the abundance of ordinary sprat in modern Caspian conditions] // Sovremennoe sostoyanie bioresursov vnutrennikh vodoemov. Mat. dokl. I Vseross. konf. s mezhd. uchastiem. M.: Izd-vo «AKVAROS». T. 1. S. 35–41.
- Asejnova, A.A., Khodorevskaya R.P., Abdusamadov A.S. 2012. Sovremennoe sostoyanie zapasov obyknovnoy kil'ki *Clupeonella cultriventris caspia* v Kaspijskom more [Current state of stocks of ordinary sprat *Clupeonella cultriventris caspia* in the Caspian Sea] // Yug Rossii: ehkologiya, razvitie. № 4. S. 32–39.
- Annotirovannyj katalog kruglorotykh i ryb kontinental'nykh vod Rossii [Annotated catalog of the cyclostomes and fishes of the continental waters of Russia]. 1998. M.: Nauka. 218 s.
- Gavrilova D.A., Abdulaeva D.R. 2012. Biologiya i raspredelenie molodi kefali (singilya) *Liza aurata* po rezul'tatam ikhtoplanktonnoj s'emki v severnoj chasti Kaspijskogo morya [Biology and distribution of juvenile mullet (Singilya) *Liza aurata* according to the results of ichthyoplankton survey in the northern part of the Caspian Sea] // Kompleksnye issledovaniya biologicheskikh resursov yuzhnykh morej i rek. Mat. III mezhd. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh, posvyashch. 115-letiyu KaspNIRKH (Astrakhan', 26–27 sentyabrya 2012 g.). Astrakhan': KaspNIRKH. S. 31–33.
- Geraskin P.P. 2013. Reaktsiya organizma kaspijskikh osetrovyykh (Acipenseridae) na zagryaznenie sredy obitaniya [Response of the organism of Caspian sturgeon (Acipenseridae) to pollution of habitat]. Avtoref. ... dok. biol. nauk. M. 39 s.
- Lartseva L.V., Proskurina V.V., V'yushkova L.A. 2003. O vozmozhnykh prichinakh gibeli kaspijskikh kilek

- [On the possible causes of the death of Caspian sprat] // *Sovremennye problemy biologicheskikh resursov Kaspijskogo morya*. Izd-vo KaspNIRKH. Astrakhan'. S. 67–69.
- Lovetskaya A.A. 1951. Kaspijskie kil'ki i ikh promysel [Caspian sprats and their fishing]. M.: Pishchepromizdat. 45 s.
- Kalmykov, V.A., Khodorevskaya R.P., Abdusamadov A.S., Smirnov A.V. 2012 a. Obzor razvitiya pribrezhnogo rybolovstva morskikh sel'dej zakidnymi nevodami na zapadnom poberezh'e Kaspijskogo morya (rossijskij region) [Review of the development of coastal seagrass fisheries by folding seines on the western coast of the Caspian Sea (Russian region)] // *Voprosy rybolovstva*. T. 13, № 4(52). S. 773–778.
- Kalmykov, V.A., Khodorevskaya R.P., Abdusamadov A.S., Smirnov A.V. 2012 b. Perspektivy razvitiya pribrezhnogo rybolovstva morskikh sel'dej na zapadnom poberezh'e Kaspijskogo morya (rossijskij region) [Perspectives of development of coastal fishery of sea herrings on the western coast of the Caspian Sea (Russian region)] // *Sovremennye problemy i perspektivy rybokhozyajstvennogo kompleksa*. Mat. III nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh s mezhd. uchastiem. M.: Izd-vo VNIRO. S. 41–43.
- Kalmykov V.A., Khodorevskaya R.P., Gavrilova D.A., Abbakumov V.P. 2014. Rezul'taty antropogennoho vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu Nizhnej Volgi i Kaspijskogo morya na primere introduksii kefalej i rastitel'noyadnykh ryb [The results of anthropogenic impact on the environment of the Lower Volga and the Caspian Sea on the example of the introduction of mullet and herbivorous fish] // *Bioraznoobrazie i ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov*. Mat. [dokl.] II Vseros. nauch.-prakt. konf. (s mezhd. uchastiem). 21 iyunya 2014 g. Makhachkala: ALEF (IP Ovchinnikov M.A.), S. 159–163.
- Kamakin A.M., Egorov S.N. 2005. Vliyanie populyatsii *Mnemiopsis leidyi* na razlichnye troficheskie urovni ehkositemy Kaspijskogo morya [Influence of the population of *Mnemiopsis leidyi* on various trophic levels of the ecosystem of the Caspian Sea] // *Aktual'nye problemy sovremennoj nauki*. Tr. 1-go Mezhd. foruma (6-j Mezhd. konf.). Estestvennye nauki. Ch. 13: Ehkologiya. Samara: Izd-vo SGTU. S. 65–72.
- Kamakin A.M., Ushivtsev V.B., Korenek V.G. 2004. Vertikal'noe raspredelenie populyatsii grebnevik *Mnemiopsis leidyi* v Kaspijskom more [Vertical distribution of the population of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea] // *Tr. KaspNIRKH*. Rybokho-zyajstvennye issledovaniya na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2003 g. Astrakhan': Izd-vo KaspNIRKH. S. 191–198.
- Kanat'ev S.V., Kalmykov V.A., Khodorevskaya R.P. 2013. Kaspijskaya aterina, kak rezervnyj ob'ekt promysla [Caspian atherina, as a reserve object of the fishery] // *Rybnoe khozyajstvo*. № 3. S. 49–51.
- Kanat'ev S.V., Asejnova A.A. 2014. Sovremennoe sostoyanie populyatsii obyknovnoy kil'ki *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) i perspektivy ee promyslovogo ispol'zovaniya v Kaspijskom more [The current state of the population of the ordinary sprat *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) and the prospects of its commercial use in the Caspian Sea] // *Sovremennoe sostoyanie bioresursov vnutrennikh vod*. Mat. dokl. II Vseros. konf. s mezhd. uchastiem. 6–9 noyabrya 2014 g., Borok, Rossiya: V 2 t. M.: Kanat'ev S.V., Pomogaeva T.V., Razinkov V.P. 2014. Perspektivy morskogo tralovogo promysla obyknovnoy kil'ki v rossijskoj chasti Severnogo Kaspiya [Perspectives of the sea trawl fishery of the ordinary sprat in the Russian part of the Northern Caspian] // *Sokhraneniye biologicheskikh resursov Kaspiya*. Mezhd. nauch.-prakt. konf. Astrakhan', 18–19 sentyabrya 2014 g. Mat. i dokl. Astrakhan': Izd-vo AGTU. S. 62–71.
- POLIGRAF-PLYUS. T. 2. S. 232–236.
- Kanat'ev S.V., Kalmykov V.A., Paritskij Yu.A., Asejnova A.A., Razinkov S.P., Pomogaeva T.V., Balchenkov I.B. 2017. Sovremennoe sostoyanie i perspektiva razvitiya promysla kaspijskikh kilek [Current state and prospects for the development of the fishery for Caspian sprat] // *Mat. XIX mezhd. nauch. konf. s ehlementami nauch. shkoly molodykh uchenykh «Biologicheskoe raznoobrazie Kavkaza i Yuga Rossii»*. 2 tom. Makhachkala. IPE RD. S. 620–622.
- Katunin D.N., Golubov B.N., Kashin D.V. 2002. Impul's gidrovulkanizma v Derbenskoj kotlovine Srednego Kaspiya kak vozmozhnyj faktor masshtabnoj gibeli anchousovidnoj i bol'sheglazoj kilek vesnoj 2001 g. [Impulse of hydrowulcanism in the Derbene basin of the Middle Caspian as a possible factor of large-scale death of anchovy and large-eyed sprat in the spring of 2001] // *Rybokhozyajstvennye issledovaniya na Kaspii*. Izd-vo KaspNIRKH. Astrakhan'. 41–55.
- Katunin D.N., Azarenko M.N., Degtyareva L.V., Kamakin A.M., Lardygina E.G., Nikulina L.V. 2013. Ehkologicheskie posledstviya sovremennykh vnutrivodoemnykh protsessov v pelagiali Kaspijskogo morya (2000–2012 gg.) i vozmozhnye pri dopolnitel'noj uglevodorodnoj nagruzke [Ecological Consequences of Modern In-Water Processes in the Pelagial of the Caspian Sea (2000–2012) and Possible with Additional Hydrocarbon Load] // *Problemy sokhraneniya ehkositemy Kaspiya v usloviyakh neftegazovykh mestorozhdenij*. Mat. V mezhd. nauch.-prakti. konf. Astrakhan': KaspNIRKH. S. 103–111.

- Kostyurin N.N.* 2008. Sovremennoe sostoyanie zapasov singilya v zapadnoj chasti Srednego i Severnogo Kaspiya [The current state of the stocks of the Sinhil in the western part of the Middle and Northern Caspian] // Kompleksnyj podkhod k probleme sokhraneniya i vosstanovleniya bioresursov Kaspijskogo bassejna: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (13–16 oktyabrya 2008 g., Astrakhan'). Astrakhan': KaspNIRKH. S. 109–112.
- Paritskiy Yu.A., Razinkov V.P.* 2014. Biologiya i sostoyanie zapasov bol'sheglazoj kil'ki (*Clupeonella grimmi*) v 2013 godu [Biology and state of stocks of large-eyed sprat (*Clupeonella grimmi*) in 2013] // Sovremennoe sostoyanie bioresursov vnutrennikh vod: Mat. dokl. II Vseros. konf. s mezhd. uchastiem. 6–9 noyabrya 2014 g., Borok. M.: POLIGRAF-PLYUS, T. 2. S. 437–442.
- Prikhod'ko B.I.* 1975. Kil'ki Kaspijskogo morya i ikh chislennost' [Sprats of the Caspian Sea and their abundance] // Trudy VNIRO. T. 108. S. 144–153.
- Protokol 36 zasedaniya komissii po vodnym biologicheskim resursam Kaspijskogo morya 21–23 iyunya 2016 g.* [Protocol of the 36th meeting of the Commission for Aquatic Biological Resources of the Caspian Sea 21–23 June 2016]. Accessible via: <http://mgov.kz/ru/36-oe-zasedanie-komissii-po-vodnym-biologicheskim-resursam-kaspijskogo-morya-prohodit-v-astane/> 20.11.2017.
- Protokol 1 zasedaniya Komissii po sokhraneniyu, ratsional'nomu ispol'zovaniyu vodnykh biologicheskikh resursov i upravleniyu ikh sovmestnymi zapasami. Baku. 21–23 noyabrya 2017 g.* [Protocol of the 1st meeting of the Commission on the Conservation, Rational Use of Aquatic Biological Resources and Management of Their Joint Reserves]. Accessible via: <http://www.vniro.ru/ru/novosti/ob-uchastii-vniro-v-komissii-po-sokhraneniyu-ratsionalnomu-ispolzovaniyu-vodnykh-bioresursov-kaspijskogo-morya-i-upravleniyu-ikh-sovmestnymi-zapasami.> 20.11.2017.
- Sudakov G.A., Vlasenko A.D., Khodorevskaya R.P., Kuznetsov Yu.A., Degtyareva N.G., Lepilina I.N., Sidorova M.A., Paritskiy Yu.A., Geraskin P.P., Egorov S.N., Mironenko O.V., Taradina D.G., Proskurina V.V., Dovgopol G.F., Vetlugina T.A., Belogolova L.A., Kostyurin N.N., Kuznetsov V.V., Yanchenkov V.P., Nikitin E.V., Vlasenko S.A., Guteneva G.I., Kalmykov V.A., Rylina O.N.* 2011 b. Instruktsii po sboru i pervichnoj obrabotki materialov vodnykh bioresursov Kaspijskogo bassejna i srede ikh obitaniya [Instructions on collection and primary processing of materials of aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitat]. Astrakhan'. KaspNIRKH. 193 s.
- Khodorevskaya R.P., Kalmykov V.A., Tkach V.N.* 2015. Znachenie kompleksnykh issledovanij dlya prakticheskikh rekomendatsij po vodnym biologicheskim resursam Volzhsko-Kaspijskogo rybokhozyajstvennogo bassejna [The value of complex studies for practical recommendations on water biological resources of the Volga-Caspian fishery basin] // Trudy VNIRO. T. 156. S. 158–175.
- Nordmann A.* 1840. Observations sur la faune pontique // Voyage dans la Russie meridionale et la Grimme execute en 1837 sous la direction de M.A. de Demidoff. Paris. Vol. 3. p. 355–635.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Commercial stock of Caspian sprat in general for the sea and for Russia (thousand ton), recommended catch (RC, thousand ton), catch (thousand ton) and development (%).

Table 2. Dynamics of atherins' stocks.

Table 3. Commercial stocks of sea herring in general for the sea and for Russia (thousand ton), recommended catch (RC, thousand ton), catch (thousand ton) and development (%).

Table 4. Commercial stock of mullet (thousand ton), recommended catch (RC, thousand ton), catch (thousand ton) and development (%).

Водные биологические ресурсы

УДК 639.22:597.3/.5(262.5)

Динамика уловов промысловых рыб Крыма в Чёрном море

Е.А. Кожурин¹, В.А. Шляхов¹, Е.П. Губанов²

¹ Керченский филиал «АзНИИРХ» («ЮгНИРО») (КФ «ЮгНИРО» ФГБНУ «АзНИИРХ»), г. Керчь

² Керченский государственный морской технологический университет (ФГБОУ «КГМТУ»), г. Керчь

E-mail: ekozh@mail.ru

Основным источником приведённых в работе статистических данных о годовых уловах пелагических, демерсальных, проходных и полупроходных рыб в Черноморско-Крымском промысловом районе и об уловах крымских рыбодобывающих организаций в Чёрном море являлись отчёты крымских органов рыбоохраны Госрыбагентства Украины (2000-2013 гг.) и информация, предоставленная Азово-Черноморским территориальным управлением Росрыболовства (2014-2017 гг.). Даны краткие сведения о биологии, миграциях и добыче 8 групп видов/видов/подвидов промысловых рыб ихтиофауны у берегов Крыма, а также характеристика динамики уловов в 2000–2017 гг. Отмечено, что в рассмотренный период положительные тренды годовых уловов наблюдались у азовской хамсы, черноморской ставриды, кефали, барабули и черноморского калкана, а отрицательные — у черноморской хамсы, черноморского шпрота и пиленгаса. Рассмотрены основные причины изменений величины годовых уловов рыб в Черноморско-Крымском промысловом районе и в целом в российских водах Чёрного моря, а также ближайшие перспективы крымского рыбного промысла.

Ключевые слова: рыбопромысловая статистика, промысловые рыбы, миграции, динамика вылова, запасы, Крым, Черноморско-Крымский район, Чёрное море.

ВВЕДЕНИЕ

Морское побережье Крыма изрезано бухтами и небольшими заливами, в которых накапливаются биогенные вещества и формируется повышенная биологическая продуктивность. Бухты, защищённые от сильного волнового воздействия и имеющие значительные участки хорошо прогреваемых неглубоких вод, обеспечивают формирование биоразнообразия черноморского побережья Крыма. За

исключением мелководного Каркинитского зал., крымский шельф узкий, 50-метровая изобата подходит близко к берегу, развиты сгонно-нагонные явления. У южного побережья Крыма в зимний период года температура воды не опускается ниже 8–9 °С. Указанные особенности Крымского п-ова играют определяющую роль в функционировании прибрежной экосистемы. У Южного берега Крыма расположены места зимовки массовых

теплолюбивых видов рыб — хамсы *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), черноморской ставриды *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), кефали (сингиль *Chelon auratus* (Risso, 1810), лобан *Mugil cephalus* L., 1758, черноморской барабули *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 и др.

В Чёрном море обитает более 170 видов и подвидов рыб [Расс, 1993; Васильева, 2007], из которых у берегов Крыма промысловое значение имеют около 30 видов. Рыбный промысел в крымских водах Чёрного моря является традиционным видом хозяйственной деятельности как местного прибрежного населения, так и рыбаков из других районов Азово-Черноморского бассейна. Наиболее детализированная статистика уловов азово-черноморских рыб рыбодобывающими организациями бывшего СССР, а после его распада — стран СНГ, содержится в публикациях Ф.В. Аверкиева [1960] (с 1932 по 1959 гг.), статистических сборниках, подготовленных сотрудниками АзНИИРХ [Зайдинер, Попова, 1997; Грибанова и др., 2003] и в других подобных публикациях (после 1960 гг.). Однако в них отсутствуют статистические данные о вылове рыбы собственно в водах Чёрного моря, прилегающих к побережью Крыма, где эксплуатируются около 20 учитываемых статистикой видов/групп видов рыб, в т. ч. обособленные «крымские» единицы их запасов, такие как барабуля, сингиль, лобан и др. С одной стороны, это объясняется акцентом упомянутых авторов на детализацию данных о вылове азовских рыб, с другой — отсутствием их доступа к первичной отчётности крымских органов рыбоохраны, ответственных за сбор и обобщение статистических данных в зоне своей ответственности во времена нахождения Республики Крым в составе Украины.

Цель настоящей публикации — представить данные о вылове в 2000–2017 гг. всех учитываемых статистикой видов рыб в водах Чёрного моря, прилегающих к побережью Крыма, и охарактеризовать динамику их годовых уловов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В Чёрном море с некоторой долей условности можно выделить Черноморско-Крымский

промысловый район, прилегающий к побережью Крыма. Это внутренние морские и территориальные воды Российской Федерации, прилегающие к п-ову Крым, а также крымская часть Чёрного моря, являющаяся частью акватории исключительной экономической зоны России. В 2000–2013 гг. Черноморско-Крымский промысловый район территориально совпадал с зоной ответственности крымских органов рыбоохраны, носивших разные названия (Крымчеррыбвод, Крымазчеррыбвод, Восточно-Черноморская госрыбоохрана и др.).

Статистические сведения о вылове промысловых рыб в Черноморско-Крымском районе Чёрного моря в 2000–2013 гг. взяты из отчетов крымских органов рыбоохраны Госрыбгентства Украины (2000–2013 гг.), а о вылове крымскими рыбодобывающими организациями в Чёрном море (2014–2017 гг.) — из сводок Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 1950-х гг. и до конца 1960-х гг. более половины рыбы, добываемой в Черноморско-Крымском районе, было представлено видами с высокой потребительской ценностью: пелагидой *Sarda sarda* (Bloch, 1793), скумбрией *Scomber scombrus* L., 1758, луфарем *Pomatomus saltatrix* (L., 1766), крупной ставридой, камбалой-калкан *Scophthalmus macoticus* (Pall., 1814), кефалью, барабулей, осетровыми *Acipenseridae*. В последующие годы морская ихтиофауна прибрежных крымских вод испытала весь негативный комплекс антропогенного воздействия в ещё более жёсткой мере, чем таковая всего Азово-Черноморского бассейна [Губанов, 2005; Губанов, Шляхов, Куманцов, 2010]. В связи с произошедшими изменениями в составе промысловой ихтиофауны Чёрного моря возросла доля мелких пелагических рыб — хамсы, черноморского шпрота и черноморской ставриды, в 2000–2017 гг. эти три вида составляли 97% от крымского вылова промысловых рыб. Помимо вышеперечисленных рыб, наибольшую промысловую значимость имели черноморская барабуля, кефали и черноморский калкан.

Ниже приводится статистика вылова пелагических, демерсальных, проходных и по-

лупроходных видов промысловых рыб в Черноморско-Крымском районе в 2000–2013 гг. и рыбодобывающих организаций Крыма в 2014–2017 гг. (табл. 1–3), краткие сведения о биологии и распределении 8 групп видов/видов/подвидов промысловых рыб ихтиофауны Крыма, а также характеристика динамики их уловов.

E. encrasicolus — европейский анчоус, хамса. Хамса является теплолюбивой пелагической рыбой, совершающей сезонные миграции от мест зимовки в районы размножения и нагула. В Чёрном море выделяют два подвида хамсы — **азовская хамса** *E. e. maoticus* Pusanov, 1926 и **черноморская хамса** *E. e. ponticus* Aleksandrov, 1927, отличающиеся количеством лучей в спинном плавнике, числом позвонков,

некоторыми пластическими признаками, темпом роста, местами размножения, миграционным поведением и др. [Световидов, 1964].

В Чёрном море хамса распространена повсеместно: в тёплое время года её ареал наиболее обширен, охватывает практически всю акваторию моря, но обычно глубже 40–50 м она держится очень разреженно.

Вдоль побережья Крыма хамса встречается круглогодично при температуре воды от 6–7 до 28 °С с солёностью выше 7‰. В тёплое время года азовский подвид распределяется в Азовском море и Керченском проливе, черноморский подвид — в Чёрном море, встречается в Азовском море, куда иногда (очень редко) заходит в большом количестве. Оба

Таблица 1. Вылов пелагических рыб в Черноморско-Крымском районе и Чёрном море в 2000–2017 гг., т

Год	Вид водных биоресурсов*									
	Хамса аз. / восточней м. Сарыч	Хамса черном. / западней м. Сарыч	Тюлька	Шпрот	Ставрида	Сарган	Луфарь	Пелагида	Скумбрия	Всего
2000	3239,6/-	2250,6/-	0,0	20490,2	0,6	0,0	н/д	н/д	0,0	25981,0
2001	3243,9/-	1615,6/-	0,4	35073,3	0,5	0,0	н/д	н/д	0,0	39933,7
2002	3356,2/-	2370,8/-	8,7	33065,2	30,0	0,1	0,1	н/д	0,0	38831,1
2003	3605,9/-	4081,5/-	0,2	22831,3	744,0	0,3	н/д	н/д	0,0	31263,2
2004	260,4/-	1269,9/-	0,0	21944,8	267,3	0,0	н/д	н/д	0,0	23742,4
2005	159,0/-	1521,5/-	0,9	26247,6	300,8	0,5	н/д	н/д	0,0	28230,3
2006	789,8/-	4400,1/-	17,3	16835,8	396,7	0,7	н/д	н/д	0,0	22440,4
2007	1177,8/-	3110,4/-	0,0	13637,8	208,2	0,2	н/д	н/д	0,0	18134,4
2008	446,0/-	3618,4/-	0,0	17888,6	350,4	0,9	н/д	н/д	0,0	22304,3
2009	3233,1/-	4385,1/-	0,0	20195,0	196,9	1,7	н/д	н/д	0,0	28011,8
2010	8709,7/-	4987,1/-	0,0	21506,3	176,4	1,7	н/д	н/д	0,0	35381,2
2011	10606,1/-	6439,1/-	10,0	21018,5	250,6	1,1	н/д	н/д	0,0	38325,4
2012	15101,2/-	6614,4/-	0,0	13456,4	383,6	0,3	н/д	н/д	0,0	35555,9
2013	22929,2/-	1615,9/-	0,0	11573,9	593,2	0,2	н/д	н/д	0,0	36712,4
2014	13998,2	297,0/-	0,0	6761,4	504,2	1,8	н/д	н/д	0,0	41182,3
2015	21264,8/15974,0	392,0/5682,8	0,0	18231,5	1254,2	4,8	35,0	0,0	0,0	41182,3
2016	25695,1/24472,0	216,0/1439,1	0,0	18193,5	1921,2	8,4	48,8	0,1	0,0	46083,1
2017	29978,5/29533,2	111,0/556,3	0,0	8438,2	1971,3	3,8	12,2	0,2	0,0	40515,2

* В 2000–2014 гг. крымские уловы хамсы учитывались отдельно по азовскому (аз.) и черноморскому (черном.) подвидам (в 2015–2017 гг. даны наши экспертные оценки подвидового состава её уловов); в 2015–2017 гг. крымские уловы хамсы учитывались отдельно по районам к востоку и западу от м. Сарыч, они даны через дробь.

Таблица 2. Вылов демерсальных рыб в Черноморско-Крымском районе и Чёрном море в 2000–2017 гг., т

Год	Вид ВБР*											Всего
	Катран	Скаты	Мерланг	Кефа-ли	Пилен-гас	Атерина	Смарида	Барабуля	Бычки	Глос-са	Кал-кан	
2000	67,6	27,1	4,2	18,8	16,8	11,3	н/д	7,2	0,0	0,0	67,0	220,0
2001	127,2	74,7	10,0	19,5	21,8	10,0	н/д	18,6	0,8	0,0	110,8	393,5
2002	87,4	78,0	7,4	10,7	80,4	28,2	н/д	40,1	0,9	0,1	74,8	407,9
2003	121,1	107,1	13,5	21,7	17,1	28,1	н/д	26,3	0,7	0,0	93,4	429,0
2004	76,8	74,2	16,2	19,2	5,0	106,0	н/д	15,6	0,7	0,0	95,2	408,9
2005	66,1	58,3	5,1	28,5	28,1	141,6	н/д	15,5	0,0	0,0	97,7	440,9
2006	53,5	71,1	13,8	42,3	33,9	87,8	н/д	50,9	0,1	0,0	106,0	459,4
2007	35,3	40,2	17,4	57,7	36,6	411,6	н/д	47	0,1	0,0	143,9	790,0
2008	68,1	50,5	6,5	40,5	37,7	227,7	н/д	45,2	0,0	0,0	177,0	653,3
2009	39,8	39,4	7,4	38,0	35,5	587,9	н/д	55,7	0,2	0,0	174,7	978,6
2010	14,0	35,5	12,8	23,6	5,7	182,7	н/д	59,6	1,7	0,0	129,2	464,7
2011	20,6	19,1	35,6	41,2	10,6	58,5	н/д	42,2	0,9	0,0	152,5	381,0
2012	5,4	27,9	33,0	68,3	0,8	36,1	н/д	70,5	26,5	0,0	144,0	412,4
2013	6,6	26,5	19,8	78,6	0,7	3021	н/д	92,1	717,3	0,0	114,0	4076,7
2014	28,1	31,6	9,1	140,9	0,9	1124,3	н/д	177,7	29,3	0,0	88,9	1630,9
2015	52,7	42,9	17,5	177,5	0,3	36,3	н/д	308,3	н/д	н/д	76,4	712,0
2016	28,8	26,1	27,5	270,5	0,1	51,9	51,3	354,3	н/д	н/д	189,6	1000,0
2017	43,1	54,6	36,9	275,4	0,2	35,0	83,0	571,2	н/д	н/д	248,4	1347,8

* Кефали — сингиль, лобан и остронос, атерина — черноморская атерина и атлантическая атерина.

Таблица 3. Вылов проходных и полупроходных рыб в Черноморско-Крымском районе и Чёрном море в 2000–2017 гг., т

Год	Вид ВБР				Всего
	Осетр	Северюга	Сельдь черноморско-азовская проходная	Пузанок	
2000	3,3	0,7	0,0	н/д	4,0
2001	0,9	0,1	0,2	н/д	1,2
2002	0,1	0,2	2,6	н/д	2,9
2003	0,1	0,1	6,9	0,0	7,1
2004	0,0	0,1	4,5	0,0	4,6
2005	0,0	0,0	1,8	0,0	1,8
2006	0,0	0,1	2,0	0,0	2,1
2007	0,4	0,3	2,5	0,0	3,2
2008	0,0	0,0	4,2	0,0	4,2
2009	0,0	0,0	7,2	0,0	7,2
2010	0,0	0,0	5,8	0,0	5,8
2011	0,0	0,0	4,4	0,1	4,5
2012	0,0	0,0	5,8	0,1	5,9
2013	0,0	0,0	10,3	0,7	11,0
2014	0,0	0,0	12,9	0,7	13,6

Год	Вид ВБР				
	Осетр	Северюга	Сельдь черноморско-азовская проходная	Пузанок	Всего
2015	0,0	0,0	20,1	н/д	20,1
2016	0,0	0,0	33,9	н/д	33,9
2017	0,0	0,0	19,4	н/д	19,4

подвида зимуют в Чёрном море у берегов Кавказа, Анатолии и Крыма, зимовальные скопления распределяются между изобатами 20–120 м. У крымских берегов в 2000–2009 гг. основной объём вылова хамсы приходился на кошельковые невода и разноглубинные тралы, в последующие годы траловый промысел постепенно стал вытеснять и к середине 2010-х гг. практически вытеснил кошельковый лов.

Азовская и черноморская хамса являются разными единицами запаса, что обуславливает необходимость отдельного регулирования их промысла. У Южного берега Крыма зимовальные ареалы подвигов хамсы частично перекрываются, в связи с чем в крымских водах специалистами ЮгНИРО в 2000–2013 гг. производилась идентификация подвигового состава и по её результатам пользователи (рыбодобывающие организации) вели отдельный учёт вылова, отражающийся затем в украинской рыбопромысловой статистике [Chashchin et al., 2015]. С вхождением Республики Крым в состав Российской Федерации хамса при видовом учёте перестала разделяться на подвиды, но с 2015 г. ведётся её отдельный учёт по географическому принципу — к востоку от меридиана, проходящего через м. Сарыч (расположенный на Южном берегу Крыма) и западу от этого мыса. Такое разделение приблизительно соответствует наиболее обычному распределению подвигов на местах зимовки у берегов Крыма — к востоку от м. Сарыч зимует преимущественно азовская, к западу — черноморская хамса.

С 2015 г. крымские рыбодобывающие организации стали производить траловый промысел хамсы, помимо крымских вод, вдоль Кавказского побережья Краснодарского края, у которого расположено ядро зимовального ареала её азовского подвида. Поэтому в табл. 1

сведения о вылове азовской хамсы только в 2000–2014 гг. целиком относятся к Черноморско-Крымскому району, а в 2015–2017 гг. её вылов к востоку от м. Сарыч получен преимущественно в Черноморско-Кубанском районе промысла. Распределить вылов азовской хамсы крымскими рыбодобывающими организациями в 2015–2017 гг. между Черноморско-Крымским и Черноморско-Кубанским районами не представляется возможным. Уловы хамсы к западу от м. Сарыч в 2015–2017 гг. относятся, главным образом, к её азовскому подвиду [Шляхов и др., 2018 г.].

В 2000–2009 гг. азовская хамса в период размножения и нагула в Азовском море находилась под прессом пищевого конкурента гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassiz, 1865, поэтому её годовые уловы в Черноморско-Крымском районе не превышали 3–4 тыс. т, а в 2004–2005 гг. даже опускались до 0,2–0,3 тыс. т. В 2010–2013 гг. в связи с ранним заносом из Чёрного моря и развитием в Азовском море гребневика *Beroe ovata* Bruguère, 1789, питающегося почти исключительно мнемипсисом, воздействие мнемипсиса на запас азовской хамсы значительно снизилось, запас вырос, у Южного берега Крыма её зимовальные скопления были мощными, и крымские уловы увеличились до 23 тыс. т (2013 г.). С 2014 г. масштабы зимовки азовской хамсы в водах Крыма сократились, и только перемещение крымских добывающих судов к берегам Краснодарского края позволило им произвести дальнейшее наращивание годового вылова хамсы к востоку от м. Сарыч до 29,5 тыс. т (2017 г.).

Традиционными районами образования зимовальных скоплений черноморской хамсы являются прибрежные районы Турции (от Синопа до Ризе) и юго-восточный район Чёрного

моря (от г. Батуми до г. Сухуми). В отдельные годы черноморская хамса массово зимует и у побережья Крыма, где её скопления могут смешиваться со скоплениями азовской хамсы. Нередко даже значительные скопления черноморской хамсы, формирующиеся в осенний период в районе м. Херсонес — м. Лукулл, облавливаются там лишь непродолжительное время и в дальнейшем проходят мимо м. Сарыч, следуя на юг к берегам Турции. В период 2000—2017 гг. массовая зимовка черноморской хамсы у берегов Крыма отмечалась в 2003 и 2011—2012 гг., то есть три раза за 18 лет.

В 2003—2009 гг. у берегов Крыма вылов черноморской хамсы превосходил вылов азовского подвида хамсы. Максимальные годовые уловы черноморской хамсы зарегистрированы в 2011 г. — 6,4 тыс. т и в 2012 г. — 6,6 тыс. т, минимальные — в 2014 и в 2017 гг. — 0,3 и 0,1 тыс. т, соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что для периода 2000—2012 гг. максимальные и минимальные уловы черноморской и азовской хамсы у берегов Крыма наблюдались в одни и те же годы. В то же время связь между выловом черноморской хамсы и запасом азовской хамсы (средним по трём способам оценки: лампарным съёмкам, по экспертным оценкам Российско-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море и продукционным моделям) практически отсутствует, но её коэффициент корреляции выше, чем при сопоставлении вылова и запаса черноморской хамсы (запас оценивался для всего Чёрного моря методом когортного анализа) [Шляхов и др., 2017]. Это косвенно указывает на присутствие азовской хамсы в статистике вылова черноморской хамсы. Действительно, при высоких запасах азовской хамсы, например, в 2009—2010 гг., её зимовальный ареал в крымских водах в условиях мягких зим расширился на районы к западу от м. Сарыч вплоть до м. Евпаторийский.

Sprattus sprattus (L., 1758) — **шпрот**, черноморская килька. Является массовой холоднолюбивой пелагической рыбой. В Чёрном море шпрот распространён повсеместно.

Ареал шпрота наиболее обширен во время нереста, проходящего в холодное время года в открытом море, главным образом, за преде-

лами шельфа. Весной, после нереста, шпрот собирается в косяки и перемещается для откорма в прибрежные районы моря с глубинами 20—70 м, к крымскому побережью чаще всего подходит в апреле-мае и через Керченский пролив в отдельные годы заходит в Азовское море.

От мая к июню наблюдается постепенное повышение плотности придонных косяков: для мая-июня характерны придонные скопления средней плотности толщиной до 5—10 м, в конце июля-августа косяки становятся наиболее плотными, их толщина уменьшается до 1—3 м. В конце сентября-октября плотность скоплений уменьшается, шпрот мигрирует в открытые районы моря для размножения.

Основной объём вылова шпрота в 2000—2017 гг. приходился на разноглубинные тралы. У берегов Крыма основными районами тралового промысла являются м. Лукулл — м. Тарханкут, м. Меганом — м. Фиолент и м. Чауда — м. Такиль. Промысловый сезон обычно начинается в апреле и длится 6—7 месяцев. Результативность тралового лова шпрота зависит от величины запаса, определяющей плотность промысловых скоплений, и от применённого промыслового усилия. В северо-западной части Чёрного моря в 2001—2002 гг. запас шпрота был наиболее высоким, а средние уловы на единицу промыслового усилия (CPUE) составляли 1,3—1,8 т/час траления, его годовые уловы стали максимальными — 35,1 и 33,1 тыс. т, соответственно.

К числу важнейших причин межгодовых колебаний вылова шпрота также относят океанографические условия, влияющие на формирование, распад и устойчивость его скоплений. Так, при активизации в весенний период апвеллингов (подъёмов холодных глубинных вод), нарушается обычный ход формирования слоя температурного скачка (термоклина), а в летние месяцы происходит его разрушение [Шляхов, Боровская, 2015]. По данным спутниковых наблюдений аномально высокая активизация апвеллингов у побережья Крыма наблюдалась в 2012—2013 и 2017 гг., она сопровождалась уменьшением CPUE до 0,9—1,0 т/час траления и падением годовых уловов до 8,4—13,5 тыс. т.

Примером влияния на годовой вылов шпрота величины усилия является 2014 г. В весенние и летние месяцы 2014 г. у берегов Крыма наблюдались стабильные гидрометеорологические условия и влияние прибрежных апвеллингов практически не ощущалось, шпрот образовывал плотные устойчивые скопления, обеспечившие СРУЕ в среднем 1,6 т/час травления. Однако по организационным причинам «переходного периода» интеграции Республики Крым в Российскую Федерацию, промысловый период лова шпрота сократился до 4 месяцев, в итоге крымский годовой вылов этой рыбы стал минимальным в 2000–2017 гг. — 6,8 тыс. т.

T. mediterraneus — **черноморская ставрида**, распространена по всему Чёрному морю, заходит в Азовское море. Вблизи берегов Крыма встречается круглогодично от поверхности до глубин 100–120 м. Известны две формы черноморской ставриды — «мелкая», длиной не более 20 см, и «крупная», длиной до 55 см [Васильева, 2007]. В 2000-х гг. в российских водах Чёрного моря крупная ставрида в уловах встречалась крайне редко, единичными экземплярами, в 2017 г. случаи поимок крупной ставриды участились. Так, осенью в районе г. Анапа попутно с хамсой в разноглубинные тралы прилавливалась ставрида длиной 23,1–23,5 см (по Смиту), которая была сформирована особями в возрасте 7 лет. Её темп роста был значительно выше, чем у более мелких рыб длиной менее 20 см, и он соответствовал промежуточному положению между «мелкой» и «крупной» формами черноморской ставриды. Есть сведения, что подходы крупноразмерной ставриды к берегам Крыма наблюдались и в июле 2017 г. (район г. Алушка и г. Феодосия).

В годы повышенной численности черноморская ставрида является важным объектом промысла во время зимовки у Южного берега Крыма; особенно интенсивен её промысел в ночное время конусными сетями с привлечением на электрический свет. Во времена бывшего СССР в годы, когда в промысел вступали высокоурожайные поколения, на её лов выходили до 30–40 судов, образуя целое море огней от Алушты и Ялты до м. Сарыч. В 2010-х гг. у берегов Крыма в промысле ставриды участвовало не более 14–17 судов.

Уловы ставриды испытывают значительные колебания. Минимальные годовые уловы у берегов Крыма, составившие менее 1 т, были зарегистрированы в 2000–2001 гг. Затем уловы стали возрастать — с 30 т в 2002 г. до 744 т в 2003 г. Относительно высокие уловы были получены в 2004–2014 гг. — в диапазоне 176–593 т, в среднем 330 т. Наибольшие уловы черноморской ставриды рыбодобывающими организациями Крыма были получены в 2015–2017 гг. — их годовые уловы превышали 1,3 тыс. т и в среднем составили 1,7 тыс. т. Часть вылова ставриды в эти годы крымские суда получили у берегов Краснодарского края в качестве прилова при промысле хамсы разноглубинными тралами во время зимовки рыбы. Рыбаки старались избегать участков шельфа, занятых косяками ставриды, поскольку их плотность уступала плотности косяков хамсы, промысел которой экономически был более выгодным на участках с минимальным приловом других видов рыб. По экспертной оценке крымский годовой вылов ставриды за пределами Черноморско-Крымского района в 2015–2017 гг. не превышал 5% от её общего улова крымскими рыбодобывающими организациями. Таким образом, подавляющая часть вылова черноморской ставриды в эти годы относится к Черноморско-Крымскому району, и она приходится на светолов. Существенное же повышение уловов ставриды относительно 2003–2014 гг. произошло в связи с ростом её запаса — по оценкам Керченского филиала («ЮгНИРО») методом анализа когорт длины (LCA) в модификации Джонса [Jones, 1981], промысловый запас этой рыбы в российских водах Чёрного моря в 2003–2010 гг. колебался в пределах 1,6–4,0 тыс. т, в 2011–2014 гг. — 1,2–4,5 тыс. т, в 2015–2017 гг. — 7,6–13,0 тыс. т.

Кефали — сингиль *Chelon auratus*, остронос *C. saliens* (Risso, 1810) и лобан *M. cephalus* относятся к массовым аборигенным видам семейства Mugilidae. В Азово-Черноморском бассейне ареал кефали охватывает морские, солоноватые воды и устья крупных рек. Все три вида кефали теплолюбивы и являются активными мигрантами. У берегов Крыма они обитают в прибрежной зоне, в Чёрном море встречаются круглогодично, зимуют

у Южного берега Крыма и в бухтах Севастополя. Регулярные сезонные миграции совершают в Азовское море, включая зал. Сиваш, и обратно через Керченский пролив.

Обладают высокими потребительскими качествами. В Крыму в тёплое время года широко распространён любительский лов и подводная охота сингиля и лобана.

Основной промысловый лов осуществляется преимущественно кефалевыми подъёмными заводами, ставными и обкидными сетями. В российской и украинской рыбопромысловой статистике учитываются как кефали, без разделения на их виды. В промысловых уловах кефали у крымских берегов преобладает сингиль (около 95%), доля лобана составляет не более 5%, остронос наиболее обычен в северо-западной части Чёрного моря, где в уловах редко превышает 1%. У черноморских берегов Крыма эксплуатируется почти исключительно крымское стадо кефалей, представленное сингилем и лобаном.

Статистика вылова кефали крымскими рыбодобывающими организациями в 2015–2017 гг. целиком относится к Черноморско-Крымскому району, поскольку кефали добываются исключительно бригадами прибрежного лова, дислоцированными в Крыму.

Динамика крымского вылова кефали характеризуется положительным трендом в 2000–2007 гг., спадом годовых уловов в 2008–2010 гг. и стремительным ростом в последующие годы, обусловленным увеличением запаса крымского стада этих рыб.

Planiliza haematocheila (Temminck & Schlegel, 1845) — **пиленгас**, также является представителем семейства Mugilidae, акклиматизированным в Азово-Черноморском бассейне во второй половине 1980-х гг. [Кожурин, 2018]. Он лучше аборигенных кефалей переносит колебания солёности и температуры воды, повсеместно обитает у морских берегов Крыма, в т. ч. на участках зал. Сиваш с солёностью около 40‰, заходит в реки. Так, в р. Мелек-Чесме в районе г. Керчь ежегодно заходит большое количество сеголетков пиленгаса. Часть азовской популяции пиленгаса ежегодно безвозвратно мигрирует через Керченский пролив в Чёрное море, далее следуя в как в восточном, так и западном направлениях вдоль крымского побережья. У западных

берегов Крыма запас пиленгаса формируется преимущественно за счёт естественного воспроизводства этой рыбы в северо-западной части Чёрного моря, при этом основные нерестилища и места зимовки расположены в украинских водах.

В Чёрном море у берегов Крыма пиленгас облавливается во время весенних и осенних миграций теми же орудиями лова, что и кефали. Если не принимать во внимание самый большой вылов в 2002 г., обусловленный успешным обловом выходящего в Чёрное море пиленгаса после уникальной массовой зимовки в оз. Донузлав, в 2000–2011 гг. динамика уловов кефали и пиленгаса очень сходна. Низкая результативность уловов пиленгаса в весенний и осенний периоды 2012–2013 гг. связана не только со снижением численности пиленгаса, но и с движением его косяков на значительном удалении от берега, вне зоны выставленных орудий лова. В 2014–2017 гг. у западных берегов Крыма миграционные косяки пиленгаса стали наблюдаться чрезвычайно редко, что можно интерпретировать как результат сокращения численности этой рыбы у берегов Крыма до чрезвычайно низкого уровня.

M. b. ponticus — **черноморская барабуля** является подвидом султанки *M. barbatus* L., 1758. Это массовая теплолюбивая донная рыба, её репродуктивный и нагульный ареалы располагаются в Чёрном и Азовском морях, а зимовальный — в Чёрном море.

Барабуля подразделяется на две экологические группы — жилую и мигрирующую. Мигрирующая форма наиболее многочисленна, весной её взрослые особи мигрируют вдоль берегов Северного Кавказа и Крыма в Керченский пролив и Азовское море, где нагуливаются и нерестятся. Часть зимовавшей у Южного берега Крыма барабули мигрирует на размножение и нагул в зал. Каркинитский [Сиротенко, Данилевский, 1979].

Черноморская барабуля добывается на путях миграции ставными неводами, в т. ч. донными неводами. Статистика её вылова крымскими рыбодобывающими организациями в Чёрном море целиком отражает уловы в Черноморско-Крымском районе.

Черноморская барабуля очень чутко реагирует на загрязнение внешней среды. В этой

связи в последние годы чётко прослеживается тенденция к увеличению эффективности её воспроизводства — по оценкам Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» методом ЛСА численность пред-пополнения (сеголеток длиной менее 9 см) Крымско-Кавказского стада черноморской барабули изменялась следующим образом: 2001–2009 гг. — 182–309 млн. шт., 2010–2013 гг. — 216–473 млн. шт., 2014–2016 гг. — 670 млн. шт., 2017 г. — 877 млн. шт. Сходным образом колебался её вылов в Черноморско-Крымском районе: 2001–2009 гг. — 15–56 т, 2010–2013 гг. — 42–92 т, 2014–2016 гг. — 178–154 т, 2017 г. — 571 т.

Интересно отметить, что тенденция увеличения вылова барабули наблюдается и в других странах Причерноморья, в водах которых облавливаются иные единицы её запаса. Наиболее заметный рост вылова произошёл у берегов Болгарии: 2001–2009 гг. — 1–48 т, 2010–2013 гг. — 143–271 т, 2014–2016 гг. — 328–880 т [STECF, 2017].

S. maeoticus — **черноморский калкан**, донный морской вид, представленный в Чёрном море подвидом *S. m. maeoticus* (Pall., 1811), обитающий до глубин 100 м, достигает длины 85–100 см [Световидов, 1964], встречается вдоль всего черноморского побережья Крыма, в южной части Керченского пролива, редко в Азовском море. В Азовском море обитает подвид калкана *S. m. torosa* (Rathke, 1837) — азовский калкан, достигающий длины 45 см [Дирипаско и др., 2011], в незначительном количестве встречающийся и у черноморских берегов Восточного Крыма.

В Чёрном море у берегов Крыма калкан зимует обычно на глубинах 70–120 м, в тёплые зимы нижняя граница этого диапазона смещается на глубины 50–60 м. Протяжённых миграций черноморский калкан не совершает, для него характерны сезонные подходы на прибрежные мелководья и обратные отходы в сторону открытого моря. Весной большая часть производителей мигрирует для икрометания к берегам на глубины 20–60 м. После нереста черноморский калкан отходит на глубины 50–90 м и до осени ведёт малоподвижный образ жизни. В сентябре-октябре калкан

вновь подходит к берегам для откорма, в т. ч. в район Керченского предпроливья, где интенсивно питается выходящей из Азовского моря хамсой.

В Чёрном море у берегов Крыма по мнению многих исследователей обитают два промысловых стада (единицы запаса) калкана — восточное и западное [Попова, 1954]. Ядро западного стада находится в северо-западной части моря у крымского побережья, восточного — на участке шельфа от Анапы до Феодосии.

Черноморский калкан добывается при специализированном промысле ставными камбальными сетями, а также в качестве прилова в другие орудия прибрежного лова и разноглубинные тралы. В Чёрном море практически весь вылов калкана крымскими рыбодобывающими организациями относится к Черноморско-Крымскому району.

По данным официальной статистики крымский вылов черноморского калкана от 2000 г. к 2008 г. возростал от 67 до 177 т, в последующие годы, вплоть до 2015 г., уменьшался от 175 до 76 т, затем резко увеличился до 248 т. Низкие уловы в 2014–2015 гг. объясняются низким промысловым усилием в «переходный период» (2014 г.) и отсутствием возможности проведения специализированного промысла калкана в прибрежной 12-мильной зоне у берегов Крыма из-за несовершенства нормативно-правовой базы (отсутствие рыбопромысловых участков, вне которых лов камбалы-калкана был запрещён). В последующие два года указанные проблемы были устранены, поэтому вылов калкана скачкообразно увеличился.

Статистика вылова черноморского калкана не в полной мере отражала его реальное изъятие из-за широкомасштабного ННН-промысла (нерегулируемого; несообщаемого; неконтролируемого), в особенности это относится к периоду до вхождения Республики Крым в состав Российской Федерации. По опубликованным оценкам [Shlyakhov, Charova, 2003; Shlyakhov, 2014] в украинских водах Чёрного моря в 1997–2013 гг. величина ННН-вылова калкана в среднем составляла 800 т, из них 100 т — в восточной части моря (от Керченского предпроливья до м. Херсонес), целиком у крымского побережья, и 700 т — в западной

части моря (к северу и западу от м. Херсонес), преимущественно в прилегающих к Крымскому п-ову акваториях. Экспертные оценки ННН-вылова относились только к двум его видам — к турецкому браконьерству и несообщаемому прилову черноморского калкана при траловом промысле.

Очевидно, что с учётом высокого ННН-вылова запасы черноморского калкана в Черноморско-Крымском районе и на шельфе Чёрного моря, прилегающем к Херсонской, Николаевской и Одесской областям Украины, эксплуатировались чрезмерно, о чем свидетельствует превышение фактической промысловой смертности в 2010–2013 гг. $F_{2010-2013} = 0,44$ над промысловой смертностью на уровне максимального устойчивого улова $F_{MSY} = 0,31$ [Shlyakhov, 2014]. После 2013 г., когда прилегающие к Крыму воды стали охраняться российскими морскими пограничниками, масштабы ННН-промысла существенно снизились, и это благотворно отразилось на состоянии запасов обоих стад черноморского калкана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промысловая ихтиофауна Чёрного моря, включая воды Крыма, в последние годы претерпевает не только количественные, но и качественные изменения, связанные с изменением климата (потеплением) и с определённым улучшением экологической ситуации [Губанов, Петренко, 2010]. Это не могло не отразиться на состоянии запасов и промысла водных биоресурсов у берегов Крыма. Так, из 19 видов промысловых рыб, для которых имеется статистика крымского вылова не менее чем за 15 лет, начиная с 2000 г., у 63% видов наблюдаются положительные тренды годовых уловов. У рассмотренных более подробно 8 групп видов/видов/подвидов промысловых рыб соотношение положительных и отрицательных трендов вылова не отличалось от приведённого выше. Положительные тренды наблюдались у азовской хамсы, черноморской ставриды, кефали, барабули и черноморского калкана, а отрицательные — у черноморской хамсы, черноморского шпрота и пиленгаса.

Основываясь на выполненном нами обзоре и анализе динамики вылова, текущему состоянию крымского рыболовства можно дать поло-

жительную оценку. Что же касается ближайшей его перспективы, то особого оптимизма здесь нет, поскольку состояние запасов двух главных для рыболовства видов — азовской хамсы и шпрота, находится на спаде. Существенное сокращение вылова азовской хамсы, который в последние три года давал 58% от общего вылова, будет неизбежным. Крымский вылов шпрота в 2017 г. упал до 44% от среднего за 2000–2017 гг., и нет оснований ожидать его быстрого восстановления хотя бы до среднесноголетнего уровня.

Очевидно, что предстоящие проблемы возникнут в первую очередь для судового тралового промысла, который имеет очень ограниченные возможности компенсации сокращения уловов азовской хамсы и шпрота за счет ставриды и мерланга, объём освоения рекомендованного вылова которых в 2017 г. соответственно составил 67 и 2%. Суммарный резерв (недоиспользованный объём рекомендованного вылова) этих двух видов рыб в 2017 г. составлял всего около 3,3 тыс. т. Остаётся надеяться лишь на появление урожайных поколений азовской хамсы и шпрота, а также на массовые подходы к берегам Крыма черноморской хамсы на зимовку. Такие события пока не поддаются удовлетворительному прогнозированию. Если хоть одно из них произойдёт, то предстоящее в 2019 г. снижение вылова в российских водах Чёрного моря, в т. ч. и в Черноморско-Крымском промысловом районе, будет временным и не столь болезненным для крымских рыбаков.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверкиев Ф.В. 1960. Сборник статистических сведений об уловах рыбы и нерыбных объектов в Азово-Черноморском бассейне за 1927–1959 гг. // Труды АзНИИРХ. Т. 1. Вып. 2. 92 с.
- Васильева Е.Д. 2007. Рыбы Чёрного моря. М.: Изд-во ВНИРО. 237 с.
- Грибанова С.Э., Ландарь В.А., Зайдинер Ю.И. 2003. Уловы рыб и нерыбных объектов рыбохозяйственными организациями Азово-Черноморского бассейна (1995–2000 гг.) // Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (АзНИИРХ). Статистический сборник Госкомрыболовства России. Ростов н/Д: Эверест. 89 с.
- Губанов Е.П., Серобаба И.И. 2005. Состояние экосистемы и рациональное использование живых ре-

- сурсов Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство Украины. № 1. С. 8–12.
- Губанов Е.П., Петренко О.А. 2010. Трансформация экосистем шельфовой зоны Чёрного моря в условиях природных и антропогенных изменений // Рыбное хозяйство Украины. № 7. С. 25–28.
- Губанов Е.П., Шляхов В.А., Куманцов М.И. 2010. Современное состояние экосистем Чёрного и Азовского морей // Вопросы промысловой океанологии. Вып. 7. № 1. С. 162–174.
- Дирипаско О.А., Изергин Л.В., Демьяненко К.В. 2011. Рыбы Азовского моря. Бердянск: Изд-во ООО «НПК «Интер-М», г. Запорожье. 287 с.
- Зайдинер Ю.И., Попова Л.А. 1997. Уловы рыб и нерыбных объектов рыбохозяйственными организациями Азово-Черноморского бассейна (1990–1995 гг.) // Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (АзНИИРХ). Статистический сборник Госкомрыболовства России. Ростов н/Д.: Эверест. 98 с.
- Кожурин Е.А. 2018. Пиленгас: акклиматизация, биологический взрыв, депрессия и перспективы промысла // Рыбное хозяйство. № 1. С. 92–94.
- Попова В.П. 1954. О распределении камбалы-калкан в Чёрном море // Труды ВНИРО. Т. 28. С. 151–159.
- Расс Т.С. 1993. Ихтиофауна Чёрного моря и некоторые этапы её истории // Ихтиофауна севастопольских бухт в условиях антропогенного воздействия. Киев: Наукова думка. С. 6–16.
- Световидов А.Н. 1964. Рыбы Чёрного моря. Л.: Наука. Вып. 31. 546 с.
- Сиротенко М.Д., Данилевский Н.Н. 1979. Барабуля // Сырьевые ресурсы Чёрного моря, М.: Пищ. пром-ть С. 157–166.
- Шляхов В.А., Боровская Р.В. 2015. Влияние зон подъёма вод на производство тралового промысла шпрота в прибрежных водах Крыма в период 2011–2015 гг. // Системы контроля окружающей среды. Вып. 1 (21). С. 108–112.
- Шляхов В.А., Шляхова О.В., Надолинский В.П., Перевалов О.А. 2017. Промыслово-биологические показатели российского рыболовства для важнейших распределённых запасов водных биоресурсов Чёрного моря в 2015–2016 годах и в ретроспективном периоде // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона. Мат. IX Межд. конф. (г. Керчь, 6 октября 2017 г.). Керчь: КФ («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ». С. 24–38. URL: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/11037> 20.05.2018
- Шляхов В.А., Шляхова О.В., Надолинский В.П., Перевалов О.А. 2018. Промыслово-биологические показатели рыболовства для важнейших распределённых запасов водных биоресурсов Чёрного моря как основа их регионального оценивания // Водные биоресурсы и среда обитания Вып.1. Т. 1. С. 86–103.
- Chashchin A., Shlyakhov V.A., Dubovik V.E., Negoda S. 2015. Chapter 6. Stock assessment of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in Northern Black Sea and Sea of Azov // Progressive engineering practices in marine resource management / Eds. I. Zlateva et al. Hershey, USA: Publ. Engineering Sci. Ref., p. 209–243.
- Jones R. 1981. The use of length composition data in fish stock assessments. FAO Fish Circ. No 734, 55 p.
- Shlyakhov V. 2014. Fisheries and biological information and the stock assessment of turbot *Psetta maxima maotica* (Pallas) in Ukrainian waters of the Black Sea // Труды ЮгНИРО. Т. 52. С. 24–45.
- Shlyakhov V., Charova I. 2003. The Status of the Demersal Fish Population along the Black Sea Coast of Ukraine // Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea. B. Öztürk and S. Karakulak (Eds.). 15–17 April 2003 Şile — Turkey. Istanbul: Turkish Mar. Res. Found., pp. 65–74.
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). 2017. Stock assessments in the Black Sea (STECF-17–14). Luxembourg: Office of the EU. Publ. No 2017.10. 498 pp.

Поступила в редакцию 24.08.2018 г.

Принята после рецензии 14.09.2018 г.

Aquatic biological resources

Crimea commercial fish dynamics in the Black Sea

E.A. Kozhurin¹, V.A. Shlyakhov¹, E.P. Gubanov²¹Kerch branch of the «AzNIIRKH» («YugNIRO») (KB «YugNIRO» of the FSBSI «AzNIIRKH»), Kerch²Kerch State Maritime Technological University (FSBIHE «KSMTU»), Kerch

The main source of statistical data on the annual catch of pelagic, demersal, passage and semi-migratory fish in the Black Sea-Crimean fishing area and the catches of the Crimean fishing organizations in the Black Sea during 2014–2017 were the reports of the Crimean fish protection agencies of the State Fishery Agency of Ukraine (2000–2013) and information provided by the Azov-Black Sea territorial administration of the Federal Agency for Fisheries. Brief information on the biology, migration and production of 8 species/species/subspecies groups of the commercial fish from the ichthyofauna near the coast of the Crimea, as well as a characteristic of their catches dynamics in 2000–2017 were shown. It was noted that during the considered period positive trends of annual catches were observed in Azov anchovy, Black Sea horse mackerel, mullet, goatfishes and Black Sea turbot, and negative ones in Black Sea anchovy, Black Sea sprat and so-iuy mullet. The main reasons for the changes in the annual fish catches in the Black Sea-Crimean fishing area and in general in the Russian waters of the Black Sea were discussed, as well as the immediate prospects for the Crimean fisheries.

Keywords: fishery statistics, commercial fish, migrations, catch dynamics, reserves, Crimea, Black Sea-Crimean region, Black Sea.

REFERENCES

- Averkiev F.V.* 1960. Sbornik statisticheskikh svedenij ob ulovakh ryby i nerybnykh ob"ektov v Azovo-Chernomorskom bassejne za 1927–1959gg. [Collection of statistical data on fish and non-fish objects catches in the Azov-Black Sea basin in 1927–1959.] // Trudy AzNIIRKH. T. 1. Vyp. 2. 92 s.
- Vasil'eva E.D.* 2007. Ryby Chernogo moray [Fish of the Black Sea]. M.: Izd-vo VNIRO. 237 s.
- Gribanova S. Eh., Landar' V.A., Zajdiner Yu.I.* 2003. Ulovy ryb i nerybnykh ob"ektov rybohozyajstvennymi organizacijami Azovo-Chernomorskogo bassejna (1995–2000 gg.) [Catches of fish and non-fish objects by fishery organizations of the Azov-Black Sea basin (1995–2000)] // Azovskij nauchno-issledovatel'skij institut rybnogo hozyajstva (AzNIIRH). Statisticheskij sbornik Goskomrybolovstva Rossii. Rostov n/D: Ehverest. 89 s.
- Gubanov E.P., Serobaba I.I.* 2005. Sostoyanie ehkositemy i ratsional'noe ispol'zovanie zhivykh resursov Azovo-Chernomorskogo bassejna [Ecosystem state and rational use of living resources in the Azov-Black Sea basin] // Rybnoe khozyajstvo Ukrainy. № 1. S. 8–12.
- Gubanov E.P., Petrenko O.A.* 2010. Transformatsiya ehkositem shel'fovoj zony Chernogo morya v usloviyakh prirodnykh i antropogennykh izmenenij [Transformation of the Black Sea shelf zone ecosystems in conditions of natural and anthropogenic changes] // Rybnoe khozyajstvo Ukrainy. № 7. S. 25–28.
- Gubanov E.P., Shlyakhov V.A., Kumantsov M.I.* 2010. Sovremennoe sostoyanie ehkositem Chernogo i Azovskogo morej [The current state of the Black and Azov Seas ecosystems] // Voprosy promyslovoj okeanologii. Vyp. 7. № 1. S. 162–174.

- Diripasko O.A., Izergin L.V., Dem'yanenko K.V.* 2011. Ryby Azovskogo moraya [Fish of the Azov Sea]. Berdyansk: Izd-vo OOO «NPK «Inter-M», g. Zaporozh'e. 287 s.
- Zajdiner Yu.I., Popova L.A.* 1997. Ulovy ryb i nerybnykh ob'ektov rybohozyajstvennymi organizacijami Azovo-CHernomorskogo bassejna (1990–1995 gg.) [Catches of fish and non-fish objects by fishery organizations of the Azov-Black Sea basin (1990–1995)] // *Azovskij nauchno-issledovatel'skij institut rybnogo hozyajstva (AzNIIRH). Statisticheskij sbornik Goskomrybolovstva Rossii. Rostov n/D.: Ehverest.* 98 s.
- Kozhurin E.A.* 2018. Pilenas: akklimatizatsiya, biologicheskij vzryv, depressiya i perspektivy promysla [So-iuy mullet: acclimatization, biological explosion, depression and fishing prospects] // *Rybnoe khozyajstvo.* № 1. S. 92–94.
- Popova V.P.* 1954. O raspredelenii kambaly-kalkan v Chernom more [Distribution of flounder-kalkan in the Black Sea] // *Trudy VNIRO.* T. 28. S. 151–159.
- Rass T.S.* 1993. Ikhtiofauna Chernogo morya i nekotorye ehrapy ee istorii [Ichthyofauna of the Black Sea and some stages of its history] // *Ikhtiofauna sevastopol'skikh bukht v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya.* Kiev: Naukova dumka. S. 6–16.
- Svetovidov A.N.* 1964. Ryby Chernogo moraya [Fish of the Black Sea]. L.: Nauka. Vyp. 31. 546 s.
- Sirotenko M.D., Danilevskij N.N.* 1979. Barabulya [Mullus] // *Syr'evye resursy Chernogo morya, M.: Izdatel'stvo.* S. 157–166.
- Shlyakhov V.A., Borovskaya R.V.* 2015. Vliyanie zon pod"ema vod na proizvodstvo tralovogo promysla shprota v pribrezhnykh vodakh Kryma v period 2011–2015 gg. [Influence of water-lifting zones on the production of trawl fishery for sprat in the coastal waters of the Crimea in the period 2011–2015.] // *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy.* Vyp. 1 (21). S. 108–112.
- Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V., Nadolinskij V.P., Perevalov O.A.* 2017. Promyslovo-biologicheskie pokazateli rossijskogo rybolovstva dlya vazhnejshikh raspredelennykh zasposov vodnykh bioresursov CHernogo morya v 2015–2016 godakh i v retrospektivnom periode. [Commercial and biological indicators of Russian fisheries for the most important distributed stocks of the Black Sea aquatic biological resources in 2015–2016 and in the retrospective period.] // *Sovremennye rybokhozyajstvennye i ehkologicheskie problemy Azovo-CHernomorskogo regiona. Mat. IX Mezhd. konf. (g. Kerch', 6 oktyabrya 2017 g.). Kerch': KF («YUGNIRO») FGBNU «AzNIIRKH.* S. 24–38. URL: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/11037> 20.05.2018.
- Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V., Nadolinskij V.P., Perevalov O.A.* 2018. Promyslovo-biologicheskie pokazateli rybolovstva dlya vazhnejshikh raspredelennykh zasposov vodnykh bioresursov Chernogo morya kak osnova ikh regional'nogo otsenivaniya [Commercial-biological indicators of fishery for the most important distributed reserves of aquatic bioresources of the Black Sea as the basis for their regional estimation] // *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya Vyp.1. T. 1. S. 86–103.*
- Chashchin A., Shlyakhov V.A., Dubovik V.E., Negoda S.* 2015. Chapter 6. Stock assessment of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in Northern Black Sea and Sea of Azov // *Progressive engineering practices in marine resource management / Eds. I. Zlateva et al. Hershey, USA: Publ. Engineering Sci. Ref.,* P. 209–243.
- Jones R.* 1981. The use of length composition data in fish stock assessments. *FAO Fish Circ.* No 734, 55 p.
- Shlyakhov V.* 2014. Fisheries and biological information and the stock assessment of turbot *Psetta maxima maotica* (Pallas) in Ukrainian waters of the Black Sea // *Труды ЮгНИРО* T. 52. С. 24–45.
- Shlyakhov V., Charova I.* 2003. The Status of the Demersal Fish Population along the Black Sea Coast of Ukraine // *Workshop on Demersal Resources in the Black & Azov Sea.* B. Öztürk and S. Karakulak (Eds.). 15–17 April 2003 Şile — Turkey. Istanbul: Turkish Mar. Res. Found., Pp. 65–74.
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF).* 2017. Stock assessments in the Black Sea (STECF-17–14). Luxembourg: Office of the EU. Publ. No 2017.10. 498 pp.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Catch of pelagic fish in the Black sea-Crimean region and the Black sea during 2000–2017, t

Table 2. Catch of demersal fish in the Black sea-Crimean region and the Black sea in 2000–2017, t

Table 3. Catch of passing and semi-passing fish in the Black sea-Crimean region and the Black sea in 2000–2017, t

**Технология переработки
водных биоресурсов**

УДК 664.951:639.371.2

Исследование пищевой ценности и функционально-технологических свойств гибрида бестера с русским осетром*М.В. Арнаутов, Р.В. Артемов, И.В. Бурлаченко, А.В. Артемов, В.В. Гершунская,
А.С. Сафронов*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: protein@vniro.ru

Гибридизация осетровых рыб является традиционным способом повышения продуктивности систем выращивания в товарной аквакультуре России. В последние годы большой интерес вызывает их целенаправленная гибридизация для получения продукции с заданными свойствами, например пород, характеризующихся ранними сроками созревания, или гибридов, форма тела или химический состав которых более технологичны при производстве балычных изделий, копчении. Как правило, биологические свойства объектов выращивания и технологические особенности получаемой из них пищевой продукции рассматриваются вне зависимости друг от друга. В то же время помимо биологической специфики на свойства осетровых, как пищевой продукции, влияние оказывают условия содержания — температурный режим, качество корма, предпродажная подготовка. В работе исследованы изменения размерно-массового и химического состава, функционально-технологических свойств мышечной ткани и показатели качества товарного гибрида бестера с русским осетром при различных условиях преддубойного содержания. Показано, что кратковременное выдерживание рыб при пониженной температуре и прекращение кормления приводит к снижению уровня липидов в мышцах рыб, изменению доли филе. Однако выход потрошёной рыбы снижается незначительно (на 2,3%), а выход тушки сопоставим с таковым для гибридов с неизменными условиями преддубойного содержания. Прекращение кормления гибридов и их выдерживание в течение 10 дней при пониженной температуре (12,5 °С) благоприятно влияет на качество и структурообразующие свойства получаемой продукции. Положительный эффект выражается в снижении привкуса и запаха ила в мясе и его более плотной консистенции. Исследования пищевой ценности и функционально-технологических показателей гибридов бестера с русским осетром позволили говорить о перспективности их использования как сырья для производства широкого спектра пищевой продукции (копчёная и вяленая продукция, консервы, а также структурированные изделия).

Ключевые слова: товарное осетроводство, гибрид бестера с русским осетром, функционально-технологические свойства, привкус ила, размерно-массовый состав.

ВВЕДЕНИЕ

Сокращение природных популяций осетровых рыб, обусловленное нарушениями условий их размножения и нагула в период интенсивного гидростроительства во второй половине XX века, и масштабным браконьерством, связанным с геополитическими изменениями, произошедшими в 90-х годах, определило необходимость развития аквакультуры этих ценных видов рыб. В настоящее время товарное осетроводство считается одним из перспективных направлений промышленного рыбоводства и является наиболее действенным способом сохранения популяций осетровых рыб [Дергалева и др., 2004; Сергиева и др., 2015; Бурцев, 2015; Сытова и др., 2016].

Гибридизация осетровых рыб относится к традиционным способам повышения продуктивности систем выращивания в товарной аквакультуре. Эффект гетерозиса первого поколения гибридов различных видов осетровых рыб способствовал быстрому увеличению производства деликатесной продукции во второй половине XX века [Крылова, 2003; Бурцев, 2015]. Использованию межвидовых гибридов в рыбоводстве благоприятствует ряд факторов: лёгкая скрещиваемость близких видов рыб, методическая простота искусственного оплодотворения, высокая плодовитость рыб, благодаря которой можно получать массовое количество гибридов от небольшого числа производителей, не нанося при этом ущерба воспроизводству популяций родительских видов [Николюкин, 1970].

В последние годы все больший интерес вызывает целенаправленная гибридизация осетровых для получения продукции определённого ассортимента или с заданными свойствами. В частности, получение гибридов и пород, характеризующихся ранними сроками созревания и коротким межнерестовым интервалом для развития икорного направления осетроводства, или гибридов, форма тела или химический состав которых более технологичны при переработке — изготовлении балычных изделий, копчения [Рачек, Свирский, 1998].

Следует отметить, что высокая экологическая пластичность осетровых видов рыб и их гибридов позволяет получать товарную продукцию при использовании широкого спектра

технологий — прудовой, садковой, бассейновой, в том числе и в условиях установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ). Применение технологии УЗВ, по сравнению с прудовым выращиванием, позволяет в 2–3 раза сократить продолжительность сроков получения продукции осетровых рыб, в два раза снизить затраты корма на единицу прироста, более чем в сто раз сократить выростные площади [Бурцев и др., 2008]. В тоже время интенсификация условий выращивания в УЗВ, помимо существенного увеличения продуктивности системы, характеризуется также рядом факторов, оценка которых не является столь однозначной. К таким факторам относится, прежде всего, ограничение подвижности рыб, навязываемый режим кормления и состав кормов, высокая концентрация продуктов обмена рыб в среде содержания. Адаптационные механизмы рыб позволяют им не только быстро расти, но и успешно созревать в подобных условиях. С другой стороны, адаптации неразрывно связаны с изменениями в обмене веществ, и соответственно, в химическом составе выращиваемых рыб. Наибольшему влиянию состава корма и качества воды подвержены количественные и качественные характеристики липидов, а также органолептические свойства продукции аквакультуры. Известно, что липиды кормов оказывают непосредственное влияние на формирование состава липидов тела рыб. Кроме того, мышечные ткани рыб в значительной степени накапливают пахучие соединения, содержащиеся в высокой концентрации в воде интенсивных рыбоводных систем [Жоуи, Сарджент, 1983; Щербина, Гамыгин, 2006; Robin et al., 2006]. В целях нивелирования подобного негативного эффекта при выращивании осетровых в УЗВ в технологическую схему включают дополнительный этап предпродажного выдерживания рыб без кормления и в условиях пониженной температуры воды. Подобные манипуляции имеют широкое практическое распространение в рыбоводной практике, однако подробного описания химических изменений, происходящих у осетровых рыб и их гибридов при выдерживании в условиях пониженной температуры и отсутствии кормления, нам найти не удалось. В этой связи целью выполненных исследований явилось из-

учение показателей качества, пищевой ценности и функционально-технологических свойств товарного гибрида бестера с русским осетром, выращенного в УЗВ, при различных условиях предубойного выдерживания и определение перспективного и рационального направления переработки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись гибриды бестера с русским осетром *Huso huso* (L., 1758) × *Acipenser ruthenus* (L., 1758) × *Acipenser gueldenstaedtii* (Brandt, 1833), выращенные в условиях УЗВ. Продолжительность выращивания составила 2 года 3 месяца. Рыб содержали при температуре 18–24 °С, плотности посадки до 52 кг/м³. По окончании выращивания рыб разделили на 2 группы. Количество рыб в каждой группе составило 3 экз. Рыб первой группы последние 10 суток перед забоем не кормили и выдерживали при температуре 12,5 °С, что на 7 градусов ниже средней температуры их содержания. Вторую группу рыб содержали при температуре 19,5 °С, при этом продолжали их кормление.

Размерно-массовый состав рыб, как пищевой продукции определяли согласно ГОСТ 7631–2008. Для проведения химических анализов рыбу разделяли на филе, измельчали на мясорубке Moulinex HV8 (мощность 1600 Вт, диаметр отверстий решётки 4,8 мм) и готовили среднюю пробу из фарша.

В образцах фарша определяли содержание влаги, белка, жира, золы согласно ГОСТ 7636–85. Содержание белка определяли по методу Къельдаля с использованием автоанализатора Kjeltac™ Foss-2300. Содержание воды устанавливали путём высушивания навески до постоянной массы в лабораторной электропечи SNOL 58/350 при температуре 105±1 °С. Определение массовой доли жира проводили по методу Сокслета на автоматическом экстракторе VЕLP Scientifica SER148/6 при использовании диэтилового эфира в качестве растворителя. Определение содержания минеральных веществ осуществляли путём озоления исследуемых образцов в муфельной печи Yamato FM37 при температуре 450±2 °С до постоянной массы и равномерного цвета.

Фракционный состав белков мышечной ткани рыб определяли экстракционным методом [Лазаревский, 1955]. Влагодерживающую способность (ВУС) фаршей определяли по методике Н.И. Рехиной [Рехина и др., 1972]. Органолептические показатели образцов оценивали профильным методом [Сафронова, 1998].

Для характеристики функционально технологических свойств мышечной ткани исследуемых рыб аналитическим путём рассчитывали ряд коэффициентов [Абрамова, 2003; Богданов, 2005; Рамбеза, 1983]. Коэффициент обводнения (К_о) рассчитывался как количественное соотношение воды и белка в мышечной ткани по формуле:

$$K_o = B/B,$$

где *B* — содержание воды, %; *B* — содержание белка, %.

Оценка рыбного сырья по содержанию воды определяется белково-водным коэффициентом (БВК), который показывает количество белка (в граммах), приходящегося на 100 г воды:

$$BVK = (B/V) \times 100,$$

где *B* — содержание белка, %; *V* — содержание воды, %.

Для оценки структурообразующих свойств рыбного сырья использовали коэффициент структурообразования (К_{ст}), представляющий собой отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к общему содержанию азота.

$K_{ст} = \text{количество солерастворимого азота (\%)} / \text{общее количество азота (\%)}$

Структурные свойства мышечной ткани характеризовали условно-белковым коэффициентом (К_б), представляющим собой отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к азоту водорастворимой фракции.

$K_b = \text{количество солерастворимого азота (\%)} / \text{количество водорастворимого азота (\%)}$

Липидно-белковый коэффициент (К_ж) мышечной ткани определяли, как отношение содержания жира к содержанию белка:

$$K_{ж} = Ж/Б,$$

где Ж — содержание жира, %; Б — содержание белка, %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рыбоводные результаты первого года выращивания гибрида бестера с русским осетром подробно описаны в статье, опубликованной ранее [Сафронов и др., 2016]. После завершения второго года выращивания масса гибридов достигла товарной и составила в среднем $2,3 \pm 0,6$ кг.

Данные по размерному составу, массе рыб и доле съедобной части продукции, полученной из гибридов, содержащихся в различных условиях в предубойный период, представлены в табл. 1. Для более объективного анализа данных в таблицу также включены наши неопубликованные сведения по аналогичным показателям для одной из родительских форм (бестера), выращивание которого проводили в аналогичных условиях.

Приведённые в таблице данные позволяют подтвердить общеизвестное мнение о наличии линейной зависимости между длиной и массой рыб. Кроме того, обнаружено, что выдерживание рыб без кормления в течение 10 дней при пониженной температуре ($12,5$ °С), привело к уменьшению доли филе на 9%. Наиболь-

ший выход филе наблюдали в образцах с массой $2,4-2,5$ кг. При этом в обоих вариантах опыта у рыб, начальная масса которых была свыше $2,5$ кг, отмечено снижение доли филе. В этой связи можно говорить, что для получения продукции в виде филе (для данной категории гибрида), выращивание целесообразно ограничивать периодом до достижения товарной массы $2,5 \pm 0,1$ кг. В отличие от заметного изменения доли филе, особенно у голодавших рыб, их масса в обоих вариантах опыта и выход потрошёной продукции снизились незначительно (в среднем, соответственно, на $2,6$ и $2,3\%$). Значения доли потрошёной рыбы и тушки у гибрида бестера с русским осетром сопоставимы с ранее полученными нами аналогичными данными по родительской форме — бестеру. Однако необходимо отметить, что скорость роста гибрида была существенно выше [Сафронов и др., 2016]. Таким образом, учитывая количественные показатели выхода продукции в зависимости от способа разделки, следует, отметить, что рыбу такой массы целесообразнее использовать в потрошёном виде или в виде тушки, так как доля филе наименее значима.

Более детально влияние режима предубойного содержания на качественные показатели продукции из гибридов мы смогли оценить на

Таблица 1. Размерно-массовые характеристики и выход продукции гибридов осетровых при различных режимах выдерживания перед убоем

Вариант опыта	Гибрид	Длина, см	Масса живых рыб, кг		Продукция					
			до выдерживания	после выдерживания	Потрошенная		Тушка		Филе	
			масса, кг	выход, %	масса, кг	выход, %	масса, кг	выход, %	масса, кг	выход, %
Выдерживание при пониженной температуре без кормления	БС × РО	56	1,49	1,46	1,38	92,3	0,88	58,8	0,56	37,5
		63	2,59	2,52	2,39	92,3	1,59	61,3	1,09	42,0
	БС*	69	2,90	2,82	2,68	92,4	1,78	61,5	1,05	36,2
		63	2,42	2,30	2,19	90,7	1,48	61,0	0,91	37,6
Выдерживание при температуре выращивания с кормлением	БС × РО	54	—	1,58	1,48	93,4	0,93	59,0	0,67	42,5
		64	—	2,48	2,38	95,9	1,49	60,1	1,31	52,6
	БС*	66	—	2,91	2,75	94,5	1,78	61,3	1,38	47,6
		67	—	2,37	2,21	93,3	1,46	61,5	—	—
		64	—	2,02	1,86	92,3	1,23	60,7	—	—

Примечание: * — неопубликованные данные

основании результатов исследований химического состава их мышечной ткани, а также в сравнении с литературными данными, приводимыми для бестера, содержавшегося в прудовых условиях, при постоянном кормлении (табл. 2).

Из представленных в табл. 2 данных видно, что в наименьшей степени условия содержания рыб повлияли на долю белка в мышечной ткани. В тоже время, выдерживание рыб при пониженной температуре и прекращение кормления вызвало обводнение мышечной ткани и существенное снижение уровня липидов. Вероятно, это связано с тем, что при использованной нами температуре (12 °С) метаболические процессы у рыб шли еще достаточно интенсивно, и в отсутствие кормления привели к вовлечению заметной доли липидов в поддерживающий обмен. Тем не менее, после голодания в воде с пониженной температурой, по содержанию белка, влаги и жира мышечная ткань гибридов заняла промежуточное положение между рыбами, содержащимися в УЗВ и в прудах. Следует отметить, что условия высоко-интенсивных систем УЗВ являются достаточно жесткими для выращиваемых организмов. В тоже время прудовое выращивание, хотя и более продолжительно, но гораздо ближе к природным условиям и гораздо благоприятнее для рыб. В прудах сохраняется действие таких положительных факторов, как естественная освещенность и фотопериод, самоочищение воды, низкая концентрация продуктов обмена и др. Все это способствует

более естественному протеканию метаболических процессов у рыб и, соответственно, получению более качественной, в пищевом отношении, продукции. В исследуемом случае, условия кратковременного предубойного выдерживания гибридов позволили улучшить пищевое качество продукции, при более коротком (по сравнению с прудами) общем периоде выращивания.

Рассматривая представленные в табл. 2 данные с позиций классификации продукции по химическому составу [Леванидов, 1968] гибрид бестера с русским осетром, содержащийся в предубойный период в теплой воде, можно отнести к высокобелковому и высокожирному сырью. Изменение условий содержания рыб в указанный период — прекращение кормления и снижение температуры воды, привело к потере липидов и переходу сырья в категорию высокобелкового и жирного. Несмотря на различия в содержании жира и то и другое сырье может быть использовано для производства широкого спектра пищевой продукции (балычные изделия, копченая, вяленая продукция, консервы, а также структурированные изделия).

Кроме общего химического состава, функционально-технологические характеристики рыбного сырья могут определяться и его биохимическими свойствами [Маслова, Маслов, 1981; Рамбега, 1983]. Помимо упомянутых выше — содержания влаги, липидов, белка в сырье для обоснования направления технологической переработки используются показатели

Таблица 2. Химический состав мышечной ткани гибрида бестера с русским осетром

Вариант опыта	Гибрид	Содержание, %			
		белок	жир	зола	влага
Выдерживание при пониженной температуре без кормления	БС × РО	17,17	5,69	1,14	76,01
		17,15	6,26	1,28	75,31
		17,39	5,59	1,01	76,01
Выдерживание при температуре выращивания с кормлением	БС × РО	17,65	11,77	1,07	69,63
		17,87	11,89	1,15	69,09
		18,29	11,42	1,10	69,19
	БС	17,1	9,2	1,3	72,4
Прудовое выращивание*	БС	17,5	8,5	0,9	73,1

Примечание: * — по данным Никитиной Т.А. [Никитина, 2003]

фракционного состава белка и значения функционально-технологических коэффициентов.

В табл. 3 приведены характеристики фракционного состава белков мышечной ткани гибридов, содержащихся в различных условиях.

Исследование фракционного состава белков показало доминирование солерастворимой фракции — около 0,9 г/100 г мышечной ткани по сравнению с водорастворимой — 0,4–0,5 г/100 г. Содержание небелкового азота в среднем составляло не более 13% от общего азота для обоих вариантов опыта. Полученные данные свидетельствуют о том, что выдерживание гибридов при пониженной температуре без кормления не привело к снижению содержания солерастворимой фракции белков, то есть не оказало негативного влияния на белки миофибрилл (актин, миозин, актомиозин), которые играют ключевую роль в сохранении структуры продукта при технологической обработке.

На основании имеющихся данных по химическому составу были также проведены расчёты ряда коэффициентов (табл. 4), совокупность которых позволяет получить дополнительные реологические характеристики и выбрать оптимальное направление последующей технологической обработки.

Согласно классификации рыбного сырья [Рехина и др., 1972; Маслова, Маслов, 1981; Абрамова, 2003] исследованные образцы мышечной ткани гибридов характеризуются высокими значениями условно-белкового коэффициента (K_6) и коэффициента структурообразования ($K_{ст}$) ($K_6 > 1$ и $K_{ст} > 0,2$). (табл. 4), что свидетельствует о высоких реологических свойствах, хорошей формуемости. Также образцы относятся к сырию, образующему коагуляционные структуры ($K_{ст} > 0,2$), обеспечивающие сочную консистенцию продукции.

Из данных табл. 4 следует, что у гибридов, которых выдерживали в холодной воде, произошло снижение белково-водного коэффициента, его значение составило 22,75%. Это характеризует мышечную ткань, как плотную и суховатую по сравнению с образцами из второй группы, у которой коэффициент выше, а консистенция более сочная. Значение липидно-белкового коэффициента мышечной ткани гибрида, содержавшегося в тёплой воде в 2 раза выше, чем у рыб, выдерживавшихся в холодной воде, и как следствие мышечная ткань более нежная.

Полученные данные по ВУС исследуемых гибридов позволяют предложить направления использования данного рыбного сырья.

Таблица 3. Фракционный состав белков мышечной ткани гибрида бестера с русским осетром

Вариант опыта	Содержание азота различных фракций, г/100г мышечной ткани			
	общий	водорастворимый	солерастворимый	небелковый
Выдерживание при пониженной температуре без кормления	2,74	0,54	0,99	0,37
Выдерживание при температуре выращивания с кормлением	2,87	0,43	0,87	0,30

Таблица 4. Функционально-технологические свойства мышечной ткани гибрида бестера с русским осетром

Вариант опыта	Показатели					
	K_6	$K_{ст}$	БВК	K_0	$K_ж$	ВУС, %
Выдерживание при пониженной температуре без кормления	1,85	0,36	22,75	4,40	0,34	64,37
Выдерживание при температуре выращивания с кормлением	2,04	0,31	26,14	3,82	0,69	57,93

Согласно упомянутой выше классификации Е.Ф. Рамбезы [1983] при значениях ВУС ниже 65% сырье рекомендуется направлять на производство различных формованных, структурированных полуфабрикатов, в том числе на деликатесную продукцию.

Завершающим этапом комплексного исследования влияния различных условий предубойного содержания на качество продукции из гибрида бестера с русским осетром, явилась оценка органолептических показателей продукции (внешний вид, консистенция, вкус и запах). С этой целью была проведена дегустация образцов, результаты, которой представлены в виде профилограмм. Каждый из исследованных показателей оценён по пятибалльной шкале, где один балл соответствует очень плохим органолептическим показателям, а пять баллов — отличному, наивысшему качеству (рис. 1).

По результатам дегустационной оценки для обоих вариантов отмечен привлекательный внешний вид продукции. Образцы из рыбы, выдерживавшейся с кормлением, обладали выраженным специфическим привкусом и запахом. Прекращение кормления и выдерживание в холодной воде в предубойный период способствовало уменьшению в продукции запаха и вкуса ила и придало ей несколько более плотную консистенцию.

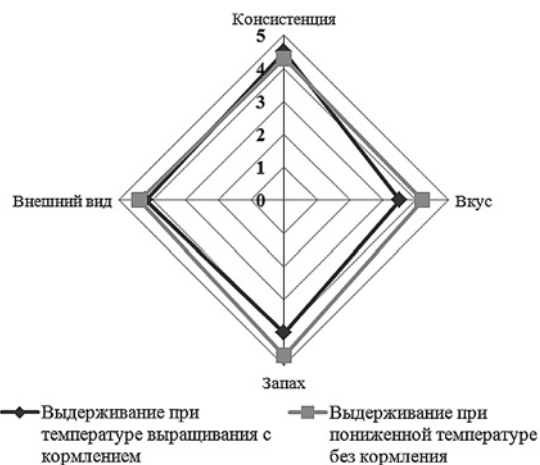


Рис. 1. Органолептическая оценка мышечной ткани гибрида бестера с русским осетром

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ комплекса качественных характеристик гибрида бестера с русским осетром средней массой 2,5 кг, полученного при различных условиях предубойного выдерживания, показал следующее. Выдерживание рыб при пониженной температуре и прекращение кормления вызвало снижение уровня липидов в мышечной ткани, что привело к заметному изменению доли филе, особенно у голодавших рыб. В то же время, у гибридов, выдержанных при пониженных температурах без кормления выход потрошёной рыбы и тушки сопоставим с выходом разделанной рыбы из гибридов с неизменившимися условиями выращивания. Прекращение кормления рыб и их перевод в холодную воду не приводило к уменьшению количества структурообразующих миофибриллярных белков, однако влияли на функционально-технологические свойства мышечной ткани, способствовали ее более плотной консистенции. Кроме того, выдерживание при пониженной температуре без кормления положительно влияло на органолептические показатели и приводило к снижению привкуса и запаха ила в готовом продукте.

Результаты анализа данных по пищевой ценности, показателям качества и функционально-технологическим характеристикам мышечной ткани гибрида бестера с русским осетром, показали перспективность использования процесса выдерживания и определили основные направления использования данного сырья для производства широкого спектра пищевой продукции, такой как балычные изделия, копчёная, вяленая продукция, консервы, а также структурированные изделия.

Статья подготовлена в рамках проведения прикладных научных исследований согласно государственному заданию и с использованием средств субсидии Минобрнауки России (соглашение № 14.601.21.0016, уникальный идентификатор соглашения: RFMEFI60117X0016).

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 7636—85. 1985. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов. 141 с.
- ГОСТ 7631—2008. 2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. М.: Стандартинформ. 11 с.
- Абрамова Л.С. 2003. Обоснование технологии поликомпонентных продуктов питания с задаваемой структурой и комплексом показателей адекватности на основе рыбного сырья. Автореф. дисс. докт. техн. наук. Калининград: КГТУ. 53 с.
- Богданов В.Д. 2005. Рыбные продукты с регулируемой структурой. М.: Мир, 310 с.
- Бурцев И.А. 2015. Биологические основы и взаимосвязь товарной и пастбищной аквакультуры осетровых рыб. М.: Изд-во ВНИРО. 196 с.
- Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Сафронов А.С., Филиппова О.П. 2008. Комплекс пород бестера (*Acipenser nikhiljukini*) // ФСГЦР серия: Породы и одомашненные формы осетровых рыб (*Acipenseridae*). М.: ООО «Столичная типография». С. 4—22.
- Дергалева Ж.Т., Бурцев И.А., Николаев А.И., Васильева Л.М., Бондаренко Л.Г. 2004. Концепция развития товарного осетроводства в Российской Федерации на период до 2020 года // Материалы док. III междунар. научно-практич. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития», Астрахань. — М.: ВНИРО. С. 32—37.
- Коуи К., Сарджент Дж., 1983. Питание // Биоэнергетика и рост рыб: Пер с англ. / Под ред. У. Хоара, Д. Рендола, Дж. Брета. — М.: Легкая и пищевая промышленность. С. 8—69.
- Крылова В.Д. 2003. Биотехника товарного выращивания бестера и ленского осетра в трехлетнем цикле / В.Д. Крылова / Сб. научн. трудов ВНИЭРХ. — М.: ВНИЭРХ. — Вып. 2.— 42 с.
- Лазаревский А.А. 1955. Техно-химический контроль в рыбообрабатывающей промышленности. М.: Пищепромиздат. 519 с.
- Леванидов И.П. 1968. Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белков // Рыбное хозяйство. № 10. С. 50—51.
- Маслова Г.В., Маслов А.М. 1981. Реология рыбы и рыбных продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность. 216 с.
- Никитина Т.А. 2003. Методы товарного выращивания осетровых в условиях Краснодарского края. Дисс. ... канд. сел. — хоз. наук. Краснодар: КрасНИИРХ. 128 с.
- Николюкин Н.И. 1970. Гибридизация в сем. *Acipenseridae* и перспективы использования ее в осетровом хозяйстве // Труды ВНИРО. — Т. 76. — Вып.3. — С. 88—112.
- Рамбеза Е.Ф. 1983. Совершенствование технологии пищевого мороженого фарша из океанических рыб различного химического состава. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М. 25 с.
- Рачек Е.И., Свирицкий В.Г. Продукционные характеристики гибридных форм осетровых рыб при культивировании в индустриальном тепловодном хозяйстве Приморья. // Чтения памяти В.Я. Леванидова, вып. 4. — Владивосток: Дальнаука, 2008. — С. 398—405.
- Рехина Н.И., Агапова С.А., Тербкова И.В. 1972. Об определении влагоудерживающей способности рыбного фарша // Рыбное хозяйство. № 5. С. 67—68.
- Сафронова Т.М. 1998. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. М.: ВНИРО. 224 с.
- Сафронов А.С., Филиппова О.П., Зуевский С.Е., Бурлаченко И.В., Ёжкин М.А., Суховер К.В. 2016. Характеристика гибридов осетровых рыб на основе бестера, культивируемых в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Труды ВНИРО. Т. 163. С. 108—123.
- Сергиева Э.М., Бурлаченко И.В., Николаев А.И., Яхонтова И.В. 2015. Основные этапы становления искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов в России // Труды ВНИРО. Т. 153. С. 3—25.
- Сытова М.В., Абрамова Л.С., Вафина Л.Р., Мюге Н.С., Бурлаченко И.В., Сафронов А.С. 2016. Методические основы системы прослеживаемости продукции из осетровых рыб, выращенных в аквакультуре (на базе экспериментального рыбного водного комплекса ФГБНУ «ВНИРО»). М.: Изд-во ВНИРО. 88 с.
- Щербина М.А., Гамыгин Е.А. 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО. 360 с.
- Robin J., Cravedib J-P., Hillenweck A., Deshayesc C., Vallod D. 2006. Off flavor characterization and origin in French trout farming. *Aquaculture* 260 (2006). P. 128—138.

Поступила в редакцию 20.04.2018 г.
Принята после рецензии 20.07.2018 г.

Aquatic bioresources
processing technologies

**Research of nutritional value and functional and technological
properties of marketable hybrids of Bester with Russian sturgeon**

*M.V. Arnautov, R.V. Artemov, I.V. Burlachenko, A.V. Artemov, V.V. Gershunskaya,
A.S. Safronov*

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

Sturgeon hybridization is a traditional way to increase the productivity in commercial aquaculture of Russian Federation. In recent years, hybridization of sturgeon was to obtain products with desired quality, such as breeds with early ripening periods and a short spawning interval for caviar production, or hybrids with the body shape and chemical composition for smoked balyk products. As a rule, the biology of cultivation objects and the technological properties of their food products are considered independently of each other whereas the properties of sturgeon hybrids are undoubtedly affected by growing conditions — temperature, water and feed quality, the pre-sale treatment of fish. The mass-size, chemical composition, functional and technological properties of the muscle tissue and the quality indicators of the marketable Bester × Russian sturgeon hybrid, cultivated in RAS under different pre-slaughter conditions were studied. Keeping the fish at low temperature and without feed caused a decrease in the level of lipids in the muscle tissue, which led to a noticeable change in the proportion of fillets in fasting fish. However, for hybrids left at low temperature without feed, the yield of gutted fish decreased slightly (by 2.3%), and the yield of the carcass is comparable to that for hybrids with unchanged growing conditions. It is shown that keeping hybrids for 10 days at low temperature (12.5 °C) without feed has a positive effect on the quality and structure-forming properties of the products obtained which is manifested in reducing the taste and smell of silt in meat and its denser consistency. Studies of the nutritional value and functional and technological quality of Bester × Russian sturgeon hybrid has allowed to recommend it for manufacturing of a wide range of food products (balyk, smoked, canned and structured products).

Keywords: marketable sturgeon farming, Bester × Russian sturgeon hybrid, functional and technological properties, taste of silt, mass-size composition.

REFERENCES

- GOST 7636–85*. 1985. Ryba, morskije mlekoopitayushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ih pererabotki [Fish, marine mammals, invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. Vved. 01.01.86. M.: Izd-vo standartov. 45 s.
- GOST 7631–2008*. 2008. Ryba, nerybnye ob"ekty i produkcija iz nih. Metody opredeleniya organolepticheskikh i fizicheskikh pokazatelej. [Fish, non fish objects and products from them. Methods of sensory and physical characteristics identification]. Vved. 01.01.2009. M.: Izd-vo Standart inform, 11 s.
- Abramova L.S.* 2003. Obosnovanie tekhnologii polikomponentnyh produktov pitaniya s zadavaemoj strukturoj i kompleksom pokazatelej adekvatnosti na osnove rybnogo syr'ya [Substantiation of the technology of polycomponent food products with a specified structure and a set of adequacy indicators based on fish raw materials]. Avtoref. diss. ... dok. tekhn. nauk. Kaliningrad. 53 s.
- Bogdanov V.D.* 2005. Rybnye produkty s reguliruemoj strukturoj. [Fish products with a regulated structure]. M.: Mir. 310 s.
- Burcev I.A.* 2015. Biologicheskie osnovy i vzaimosvyaz' tovarnoj i pastbishchnoj akvakul'tury osetrovyh ryb. M.: Izd-vo VNIRO. 196 s.
- Burcev I.A., Krylova V.D., Nikolaev A.I., Safronov A.S., Filippova O.P.* 2008. Kompleks porod bestera

- (*Acipenser nikoljukini*) // FSGCR seriya: Porody i odomashnennye formy osetrovyyh ryb (Acipenseridae). M.: OOO «Stolichnaya tipografiya». S.4–22.
- Dergaleva Z.H.T., Burcev I.A., Nikolaev A.I., Vasil'eva L.M., Bondarenko L.G. 2004. Konceptiya razvitiya tovarnogo osetrovodstva v Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda // Materialy dok. III mezhdunar. nauchno-praktich. konf. «Akvakul'tura osetrovyyh ryb: dostizheniya i perspektivy razvitiya», Astrahan'. — M.: VNIRO. S. 32–37.
- Koui K., Sardzhent Dzh. 1983. Pitanie // Bioenergetika i rost ryb: Per s angl. / Pod red. U. Hoara, D. Rendola, Dzh. Breta. — M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost'. S8–69.
- Krylova V.D. 2003. Biotekhnika tovarnogo vyrashchivaniya bestera i lenskogo osetra v trekhletnem cikle / V.D. Krylova / Sb. nauchn. trudov VNIHRH. — M.: VNIHRH. — Vyp. 2.— 42 s.
- Lazarevskij A.A. 1955. Tekhno-himicheskij kontrol' v ryboobrabatyvayushchej promyshlennosti [Techno-chemical control in the fish processing industry]. M.: Pishchepromizdat. 519 s.
- Levanidov I.P. 1968. Klassifikaciya ryb po sodержaniyu v ih myase zhira i belkov // Rybnoe hozyajstvo. № 10. S. 50–51.
- Maslova G.V., Maslov A.M. 1981. Reologiya ryby i rybnyyh produktov [Rheology of fish and fish products]. M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost. 216 s.
- Nikitina T.A. 2003. Metody tovarnogo vyrashchivaniya osetrovyyh v usloviyah krasnodarskogo kraja. Diss. ... kand. sel.-hoz. nauk. Krasnodar: KrasNIIRH. 128 s.
- Nikolyukin N.I. 1970. Gibrizizaciya v sem. Acipenseridae i perspektivy ispol'zovaniya ee v osetrovom hozyajstve // Trudy VNIRO. T. 76. Vyp. 3. S. 88–112.
- Rambeza E.F. 1983. Sovershenstvovanie tekhnologii pishchevogo morozhenogo farsha iz okeanicheskikh ryb razlichnogo himicheskogo sostava [Improving the technology of frozen mince made of ocean fish of various chemical composition]. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk. M. 25 s.
- Rachek E.I., Svirskij V.G. Produkcionnye harakteristiki gibridnyh form osetrovyyh ryb pri kul'tivirovanii v industrial'nom teplovodnom hozyajstve Primor'ya. // Chteniya pamyati V. Ya. Levanidova, vyp. 4. — Vladivostok: Dal'nauka, 2008. — S. 398–405.
- Rekhina N.I., Agapova S.A., Terebkova I.V. 1972. Ob opredelenii vlagouderzhivayushchej sposobnosti rybnogo farsha [On the determination of the moisture holding capacity of fish minced meat] // Rybnoe hozyajstvo. № 5. S. 67–68.
- Safronova T.M. 1998. Spravochnik degustatora ryby i rybnoy produkcii [Guide for tasters of fish and fish products]. M.: VNIRO. 224 s.
- Safronov A.S., Filippova O.P., Zuevskij C.E., Burlachenko I.V., YOzhkin M. A., Suhover K.V. 2016. Harakteristika gibridov osetrovyyh ryb na osnove bestera, kul'tiviruemyh v ustanovke zamknutogo vodosnabzheniya (UZV) [Characteristics of sturgeon hybrids on the basis of Bester cultivated in Recirculating Aquaculture Systems (RAS)] // Trudy VNIRO. T. 163. S. 108–123.
- Sergieva Z.M., Burlachenko I.V., Nikolaev A.I., Yahontova I.V. 2015. Osnovnye ehtapy stanovleniya iskusstvennogo vosproizvodstva vodnyh biologicheskikh resursov v Rossii [The Main Stages of Development of Restocking of Natural Fish Resources in Russia] // Trudy VNIRO. T. 153. S. 3–25.
- Sytova M.V., Abramova L.S., Vafina L.R., Myuge N.S., Burlachenko I.V., Safronov A.S. 2016. Metodicheskie osnovy sistemy proslezhivaemosti produkcii iz osetrovyyh ryb, vyrashchennyh v akvakul'ture (na baze ehksperimental'nogo rybovodnogo kompleksa FGBNU «VNIRO») [Methodical foundations of the traceability system for food products of sturgeon farmed in aquaculture (based on the experimental fish breeding complex of the VNIRO FGBNU)]. M.: Izd-vo VNIRO. 88 s.
- Scherbina M.A., Gamygin E.A. 2006. Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture. M.: Izd-vo VNIRO. 360 s.
- Robin J., Cravedib J-P., Hillenweck A., Deshayesc C., Vallod D. 2006. Off flavor characterization and origin in French trout farming. Aquaculture 260 (2006). P. 128–138.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Size and mass composition and yield of the edible part of the Bester × Russian sturgeon hybrid.

Table 2. Muscle chemical composition of the Bester × Russian sturgeon hybrid.

Table 3. Fractional composition of muscle proteins of the Bester × Russian sturgeon hybrid.

Table 4. Functional-technological properties of the muscle tissue of the Bester × Russian sturgeon hybrid.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Organoleptic indicators of the muscle tissue of the Bester × Russian sturgeon hybrid

УДК 597–151: [639.3.06: 681.88]

Гидроакустический стимулятор как средство управления нагульным поведением рыб*С.М. Гончаров¹, В.Н. Максимов², А.Н. Долгов², Ю.Н. Кравченко¹, С.Б. Попов¹*¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва² Конструкторское бюро морской электроники «Вектор» (КБ МЭ «ВЕКТОР»), г. Таганрог

E-mail: sgonch@vniro.ru

Гидроакустический стимулятор в технологии управления нагульным поведением рыб является необходимым техническим устройством, определяющим ее эффективность. С помощью данной технологии можно повысить рентабельность пастбищной и индустриальной аквакультуры, способствовать развитию рекреационного рыболовства. В данной работе представлены различные конструкции гидроакустических стимуляторов, разработанные на современной элементной базе совместно ФГБНУ «ВНИРО» и КБМЭ «Вектор». Представлены результаты измерений их технических характеристик в сравнении с ранее созданным стимулятором во ВНИРО и используемым для работ с радужной форелью в бухте Тагалахт (о. Сааремаа) Балтийского моря. По результатам измерений дальности действия стимуляторов различной конструкции был создан мобильный гидроакустический комплекс. Данный комплекс успешно использовался при выполнении работ по оценке потенциала перемещения ранее обученного сообщества рыб на акватории экспериментального полигона Вазузского водохранилища.

Ключевые слова: гидроакустический стимулятор, акустический сигнал, нагульное поведение рыб, индустриальная и пастбищная аквакультура, управление поведением рыб.

ВВЕДЕНИЕ

Современные рыбохозяйственные водоёмы и среда обитания водных организмов подвергаются значительной трансформации в результате антропогенного загрязнения, гидротехнического строительства и сельскохозяйственной мелиорации. В результате исчезают традиционные места обитания рыб, их нерестилищ, нагульных и зимовальных биотопов, меняется кормовая база. Решение этой проблемы воз-

можно при снижении антропогенной нагрузки, сохранении и восстановлении среды обитания на акваториях, предназначенных для воспроизводства и пополнения водных биоресурсов. Восстановление деградирующих водоёмов предполагает создание мест обитания рыб, способствующих их максимальной защите от преждевременной гибели.

Традиционный метод восстановления рыбной популяции на водоёмах предполагает их зарыбле-

ние молодью, выращенной на рыбзаводах. Существующие рыбоводные технологии не предполагают контроля за процессом расселением рыб по акватории водоёма. Не имея жизненных навыков выживания в естественных условиях, молодь испытывает стресс и интенсивно поедается хищниками. Гибель молоди в период выпуска в водоём может достигать до 90%, поэтому с целью повышения показателей промыслового возврата рыб необходимо на первоначальном этапе зарыбления перераспределять молодь в места наиболее благоприятные для роста рыб и максимально защищённые от хищников.

Исследования по управлению миграциями рыб с целью топографической оптимизации их нагула и облова разрабатывались в рыбохозяйственной стратегии многих стран с конца XX столетия и практически параллельно проводились в Норвегии, Франции, Японии и России [Воловова, Красюк, 1987; McNeil, 1983; Ishioka et al., 1986]. Ещё в конце прошлого века специалистами лаборатории гидроакустики ФГБНУ «ВНИРО» была успешно отработана и апробирована технология управления пастбищным нагулом и обловом радужной форели (*Salmo gairdneri* Richardson) на Балтике в бухте Тагалахт (о. Сааремаа) на основе гидроакустического стимулирования кормового поведения рыб. Данный метод основан на формировании у рыб в период активного нагула условно-рефлекторного навыка привлечения в зону кормления с помощью звукового сигнала. Если обучение проводить на стадии выращивания молоди на рыбзаводе, то после выпуска в водоём её можно перенаправить в наиболее благоприятные места для выживания и роста.

МЕТОДИКА И АППАРАТУРА

Важнейшим элементом технологии по управлению поведением рыб является гидроакустический стимулятор, излучающий акустические сигналы. Такие сигналы должны легко восприниматься и запоминаться рыбами.

Ранее для проведения работ на Балтике в бухте Тагалахт (о. Сааремаа) был разработан и создан специалистами ВНИРО гидроакустический стимулятор «Сигнал-М», состоящий из электронного блока и двух гидроакустических преобразователей с излучателями из пластин кристалла сегнетовой соли. Данный стимулятор формирует кодированный сигнал, представля-

ющий ритмически организованную посылку из последовательности четырёх импульсов с частотой заполнения 300 Гц. Порядок следования импульсов следующий: 100, 290, 290, 180 мс с интервалами между импульсами в посылке 180 мс и паузой между посылками — 1,1 с. По сложности организации он находится в вариационном ряду звуков питания рыб разных видов и размеров, что было установлено анализом биоакустических записей, полученных в разное время на различных объектах, в том числе и наших исследований звуков питания форели [Воловова, 1983; Воловова, Шабалин и др., 1986]. К сожалению, к настоящему времени этот стимулятор устарел, как и сама элементная база электронного блока. Технология выращивания кристаллов сегнетовой соли была утрачена в 90-е годы. Поэтому воспроизвести «Сигнал-М» в настоящее время невозможно.

Поэтому, на основании технических параметров «Сигнал-М», ФГБНУ «ВНИРО» и КБ МЭ «Вектор» (г. Таганрог) были разработаны две конструкции электромагнитных стимуляторов: малогабаритный и более лёгкий «ЭМИ» с мембраной из оцинкованного железа и «Сигнал-ТЗЭ» с мембраной из нержавеющей стали и с возможностью одновременного подключения двух акустических преобразователей [Долгов и др., 2017]. Синфазное излучение акустических сигналов с двух преобразователей должно существенно увеличить дистанцию привлечения рыб.

На рис. 1, 2 и 3 представлены фотографии этих излучателей.



Рис. 1. Стимулятор «Сигнал-М»: с двумя излучателями, изготовленными из пластин кристалла сегнетовой соли, соединительный кабель, коммутатор, генератор сигналов

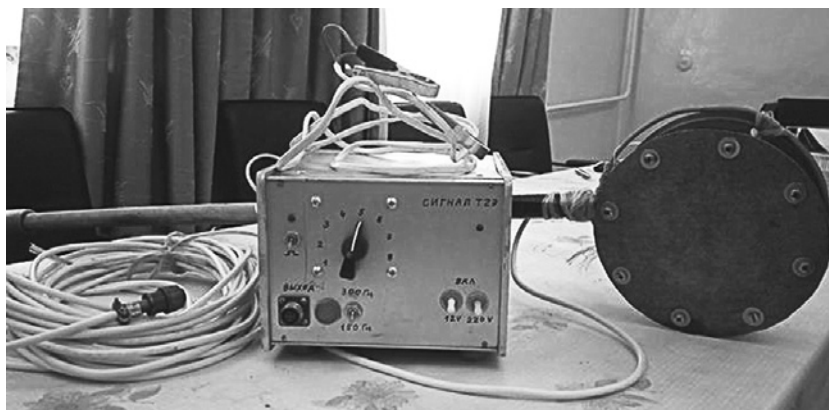


Рис. 2. Малогабаритный электромагнитный стимулятор «ЭМИ»: излучатель с мембраной из оцинкованного железа, соединительный кабель, генератор сигналов



Рис. 3. Стимулятор «Сигнал-ТЗЭ»: два излучателя с мембранами из нержавеющей стали, соединительный кабель, генератор сигналов с возможностью одновременного подключения двух акустических излучателей, аккумулятор 12 Вольт

Для проведения экспериментов по перемещению нагульного рыбного сообщества необходимо было выбрать наиболее подходящий стимулятор для создания мобильного гидроакустического комплекса на базе маломерного судна. Для этого необходимо было провести работы по измерению их технических характеристик. Местом измерения технических характеристик стимуляторов была выбрана гидробиологическая станция ИПЭЭ РАН, расположенная на оз. Глубокое (Московская область). Это место идеально подходит для проведения гидроакустических работ по измерению акустических характеристик излучателей, поскольку в пределах озера отсутствуют какие-либо источники акустических помех. Работы были выполнены в период с 14 июня по 16 июня 2017 года.

Для регистрации сигналов и их последующей обработки использовалась программа Audacity, обеспечивающая выполнение следующих функций:

- импорт и экспорт файлов WAV, MP3, Vorbis, FLAC и других форматов;
- запись с микрофона, линейного входа и других источников;
- запись с одновременным прослушиванием имеющихся дорожек;
- индикаторы уровня записи и воспроизведения;
- изменение темпа с сохранением высоты тона;
- изменение высоты тона с сохранением темпа;
- удаление шума по образцу;

— спектральный анализ с использованием преобразования Фурье.

При измерениях к входу малошумящего усилителя подключался гидрофон, выход усилителя подключался к микрофонному входу встроенной звуковой карты ноутбука. Частотный диапазон стандартных звуковых карт 20–20000 Гц, позволял регистрировать и обрабатывать используемые низкочастотные сигналы. Питание усилителя осуществлялось от USB порта ноутбука. При проведении измерений параметров акустических сигналов, излучаемых преобразователями, сами преобразователи подключались к электронному блоку. Источник питания — аккумулятор с напряжением 12 В.

Преобразователи, электронный блок и аккумулятор были установлены на лодке, регистрирующая аппаратура ВНИРО и КБ

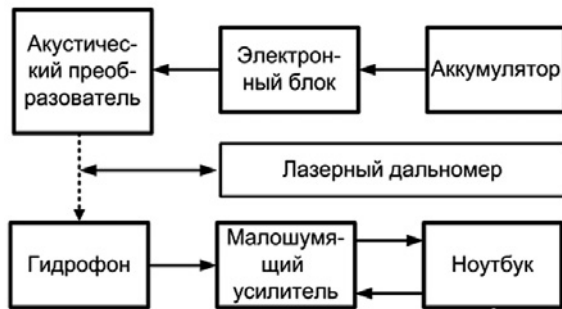


Рис. 4. Функциональная схема проведения измерений

«ВЕКТОР» располагалась на пирсе и была подключена к сети 220 В, 50 Гц.

Измерения проводили на различных расстояниях между преобразователями и гидрофоном, расположенными на глубине порядка 1 м. При проведении измерений также изменяли уровень возбуждающего электрического сигнала, подаваемого на преобразователи, путём переключения диапазона электронного блока. Удаление лодки от пирса определяли с помощью лазерного дальномера.

Излучаемый акустический сигнал, состоял из импульсных последовательностей со следующими временными соотношениями: первый импульс — 100 мс, пауза — 200 мс, второй импульс — 300 мс, пауза — 200 мс, третий импульс — 300 мс, пауза — 200 мс, четвёртый импульс — 200 мс, пауза — 1100 мс. Частота излучаемого акустического сигнала — 300 ± 5 Гц. Возможно также излучение непрерывного сигнала с частотой 300 Гц.

Функциональная схема измерений представлена на рис. 4, схема эксперимента и фрагмент проведения измерений представлены на рис. 5 и 6 соответственно.

Величину напряжения U_s (мВ), снимаемого с гидрофона, определяли по записанным на компьютер сигналам при измерениях по формуле:

$$U_s = U_0 \times (A_s / A_0),$$

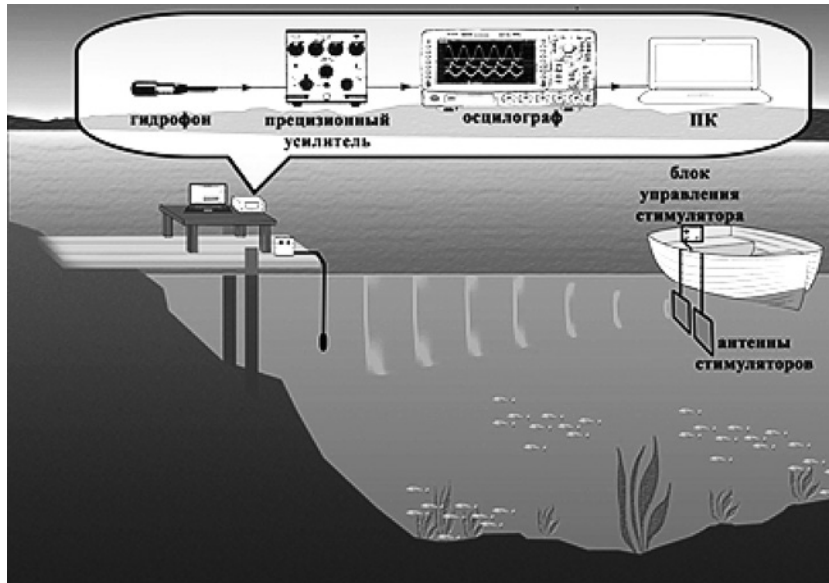


Рис. 5. Схема проведения измерений характеристик гидроакустического стимулятор «Сигнал-ТЗЭ» на оз. Глубокое



Рис. 6. Фрагмент проведения измерений на оз. Глубокое

где U_0 — уровень эталонного сигнала (мВ); A_s — величина записанного сигнала с гидрофона, определяемая по шкале относительных амплитуд записи в Audacity (мВ); A_0 — величина амплитуды эталонного сигнала, определяемая по записанным с генератора файлам частотой 300 Гц (мВ).

Для определения звукового давления P_s (Па), регистрируемого акустического сигнала, напряжение U_s (мВ) делят на чувствительность гидрофона M_g (мВ/Па)

$$P_s = U_s / M_g \text{ (Па)}.$$

При проведении измерений использовали гидрофон диаметром 50 мм, имеющий чувствительность 100 мкВ/Па, или 0,1 мВ/Па.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты обработки записанных акустических эхосигналов от различных конструкций гидроакустических стимуляторов в виде графиков зависимостей амплитуд от расстояния между излучателем и гидрофоном представлены на рис. 7, 8, 9. Из-за крупного масштаба на графиках не видны отдельные импульсы посылок. Поэтому рядом показан реальный вид отдельной посылки для каждого из стимуляторов по уровню сигнала 0,3. По графикам уменьшения амплитуд в зависимости от дистанции от излучателя до гидрофона можно судить, как меняется интенсивность сигналов на разных дистанциях. Для каждого излучателя в табл. 1, 2, 3 представ-

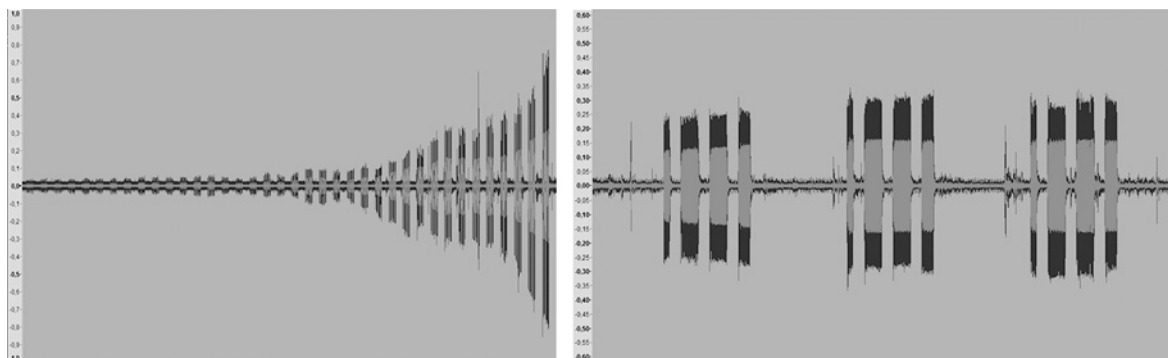


Рис. 7. Гидроакустический стимулятор «Сигнал-М». Характерный вид акустических сигналов на разных дистанциях (слева) и отдельного сигнала по уровню 0,3 на расстоянии 11 м

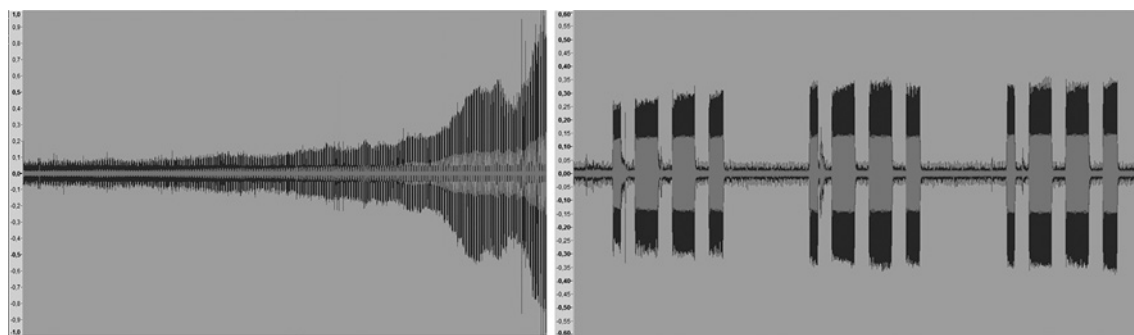


Рис. 8. Гидроакустический стимулятор «Сигнал-ТЗЭ». Характерный вид акустических сигналов на разных дистанциях (слева) и отдельного сигнала по уровню 0,3 на расстоянии 40 м

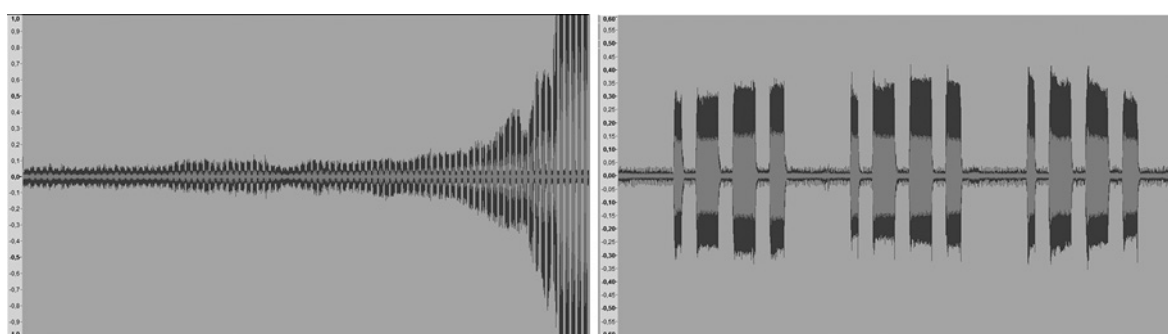


Рис. 9. Гидроакустический стимулятор «ЭМИ». Характерный вид акустических сигналов на разных дистанциях (слева) и отдельного сигнала по уровню 0,3 на расстоянии 20 м

лены результаты измерений уровня сигнала в относительных единицах, средний уровень сигнала в мВ, а также расчётные значения акустического давления в Па (паскалях) на разных дистанциях между излучателем и гидрофоном и при разных значениях усиления электронных блоков стимуляторов.

Как показал спектральный анализ при распространении акустического сигнала в водной среде, обладающей нелинейностью своих упругих характеристик, происходит искажение акустического сигнала и размножение его высших гармоник. Причём, этот процесс в значительной степени зависит от гидрологии дна,

Таблица 1. Результаты измерения акустического давления посылок стимулятора «Сигнал-М» на разных дистанциях от гидрофона и при различных усилениях электронного блока

Дистанция между гидрофоном и излучателем, м	Усиление	Уровень сигнала	Сигнал, мВ	Давление, Па
10	5	0,33	0,264	2,64
10	4	0,325	0,26	2,6
10	3	0,296	0,237	2,37
<i>Движение излучателя к гидрофону</i>				
30	5	0,027	0,0216	0,216
22	5	0,04	0,032	0,32
20	5	0,1	0,08	0,8
15	5	0,23	0,184	1,84
10	5	0,335	0,268	2,68
5	5	0,7	0,56	5,6

Таблица 2. Результаты измерения акустического давления посылок стимулятора «Сигнал-ТЗЭ» на разных дистанциях от гидрофона и при различных усилениях электронного блока и количестве излучателей

Количество излучателей	Дистанция между гидрофоном и излучателем, м	Усиление	Уровень сигнала	Сигнал мВ	Давление Па
2	10	5	0,43	0,344	3,44
2	10	4	0,34	0,272	2,72
1	10	5	0,45	0,36	3,6
1	10	4	0,41	0,328	3,28
2	30	5	0,15	0,12	1,2
2	30	4	0,145	0,116	1,16
1	30	5	0,13	0,104	1,04
1	30	4	0,10	0,08	0,8
2	50	6	0,12	0,096	0,96
2	50	5	0,085	0,068	0,68
1	50	6	0,11	0,088	0,88
1	50	5	0,08	0,064	0,64
2	100	5	0,035	0,028	0,28
2	100	6	0,04	0,032	0,32
1	100	6	0,03	0,024	0,24

Таблица 3. Результаты измерения акустического давления посылок стимулятора «ЭМИ» на разных дистанциях от гидрофона и при различных усилениях электронного блока

Дистанция между гидрофоном и излучателем, м	Усиление	Уровень сигнала	Сигнал, мВ	Давление, Па
10	2	0,46	0,368	3,68
20	8	насыщение	–	–
20	7	насыщение	–	–
20	5	0,29	0,232	2,32
40	5	0,025	0,028	0,28
40	8	0,125	0,044	0,44
60	8	0,10	0,08	0,8
100	8	0,04	0,032	0,32
Движение излучателя к гидрофону				
100	8	0,045	0,036	0,36
60	8	0,085	0,068	0,68
30	8	0,13	0,104	1,04

насыщенности воды включениями, структуры первичного акустического поля и его уровня. На ближних дистанциях частотный диапазон представлен широким набором гармоник. По мере увеличения дистанции между излучателем и гидрофоном частотный спектр сужается, что объясняется более высоким коэффициентами затухания для высоких частот.

При работе акустического стимулятора «Сигнал-ТЗЭ» сигналы регистрировались на наибольших дистанциях в 200 м, при этом их уровень был чуть выше уровня помех. Сигналы, излучаемые акустическим стимулятором «ЭМИ», регистрировались на дистанциях до 100 м. Наихудшие показания по дальности были при работе стимулятора «Сигнал-М» — до 40 м.

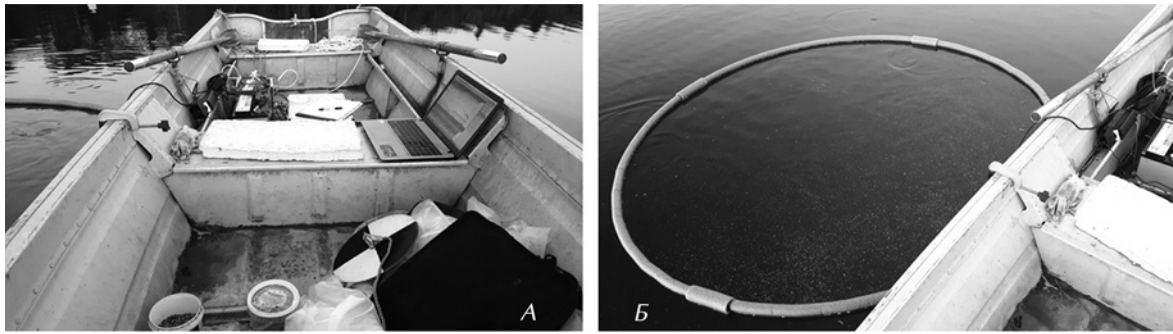


Рис. 10. Мобильный гидроакустический комплекс, размещённый на лодке (А); кормовая площадка (Б)

Поскольку мобильный гидроакустический комплекс по перемещению нагульного рыбного сообщества располагался на борту моторной лодки, работа с тяжелым и габаритным стимулятором «Сигнал-ТЗЭ» была затруднительна из-за ограниченности рабочего пространства. Поэтому для проведения дальнейших работ по перемещению рыб по акватории экспериментального полигона был выбран стимулятор «ЭМИ», обладающий существенно меньшим весом и габаритами (рис. 1 Б). На лодке был смонтирован мобильный гидроакустический комплекс, включающий гидроакустический стимулятор «ЭМИ», эхолот Simrad EK-15 и кормовую площадку (рис. 10 А, Б), используемую для пищевого подкрепления условно-рефлекторного поведения рыб. Эхолот EK-15 использовался для оценки изменения численности рыб в пределах кормовой площадки в процессе проведения экспериментальных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный комплекс был использован в период с 12.07.2017 по 04.08.2017 на Вазузском водохранилище при выполнении работ по управлению поведением местного сообщества рыб, целью которых была оценка потенциала его перемещения по водоёму, и показал свою высокую эффективность.

Технология по управлению поведением рыб может быть также использована при организации устойчивых рыбных концентраций для развития рекреационного рыболовства на водоёме. В садковых хозяйствах индустриальной аквакультуры, сопровождая процесс кормления рыб в садках излучением гидроакустических сигналов, можно выработать у рыб условный рефлекс на возврат в зону кормления по

звуковому сигналу и, тем самым, снизить безвозвратные потери рыб, связанные с их уходом в открытый водоём при повреждении садков водными млекопитающими.

В заключении выражаем искреннюю благодарность научному руководителю Гидробиологической станции «Глубокое озеро» д. б. н. Коровчинскому Николаю Михайловичу за содействие и помощь, оказанную при проведении испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

- Воловова Л.А., Красюк В.В. 1987. Методические рекомендации по управлению морским нагулом и отловом радужной форели при помощи гидроакустических стимулов. М.: ВНИРО. 28 с.
- Воловова Л.А. 1983. О структуре биозвуков питающейся форели // Вопросы промысловой гидроакустики. М.: ВНИРО. С. 65–71.
- Воловова Л.А., Шабалин В.Н., Питк А.А. 1986. Способ возврата рыб на локальную акваторию при их выращивании. А.с. 1261598 СССР. Открытия и изобретения № 37.
- Долгов А.Н., Максимов В.Н., Воловова Л.А., Гончаров С.М. 2017. Гидроакустический низкочастотный преобразователь. Пат. РФ № 168944. Бюл. № 7.
- McNeil W.J. 1983. World salmon ranching // Proc. Oceans' 83. San Francisco, 20 Aug.— 1 Sept. P. 880–883.
- Ishioka H., Hatakeyama I., Skaguchi S., Iajima Sh. 1986. The effect of sound stimulus on the behavioral disturbance of Red Sea bream // Bull. Nansei Reg. Fish. Res.Lab. № 20. P. 59–70.

Поступила в редакцию 04.05.2018 г.
Принята после рецензии 30.05.2017 г.

Equipment for fisheries research

**Hydroacoustic stimulator as tool in technology
of fish feeding behavior management**

S.M. Goncharov¹, V.N. Maksimov², A.N. Dolgov², Y.N. Kravchenko¹, S.B. Popov¹

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

² Vector Marine Electronics, Ltd («Vector»), Taganrog

Hydroacoustic stimulator is necessary technical device, defining efficiency in technology of fish feeding behavior management. This technology helps to increase pasturable and industrial fish aquaculture as well as to develop recreational fishery. This article represents various designs of hydroacoustic stimulators, developed on modern element base, with cooperation “VNIRO” and Vector Marine Electronics, Ltd (“Vector”). This article also presents results of their technical characteristics measurements in comparison with its earlier version, created by “VNIRO” scientists, that was used during works with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), conducted in the bay Tagalakht (Saaremaa Island) of the Baltic Sea. As a result of the measurements of various design stimulators range, the mobile hydroacoustic complex has been created. This technical complex was successfully used during assessment work of relocation potential of earlier trained fish community on the water area of the experimental polygon of the Vazuzsky reservoir.

Keywords: hydroacoustic stimulator, acoustic signal, pasturable and industrial fish aquaculture, fish feeding behavior management.

REFERENCES

- Volovova L.A., Krasnyuk V.V.* 1987. Metodicheskie rekomendatsii po upravleniyu morskim nagulom i otlovom raduzhnoy foreli pri pomoshchi gidroakusticheskikh stimulov [Methodical recommendations about management of sea fattening and catching of an iridescent trout by means of hydroacoustic incentives]. M.: VNIRO. S. 28.
- Volovova L.A.* 1983. O strukture biozvukov pitayushchejsya foreli [On the structure of biosounds produced by eating rainbow trout] // Voprosy promyslovoy gidroakustiki. M.: VNIRO. S. 65–71.
- Volovova L.A., Shabalin V.N., Pitk A.A.* 1986. Sposob vozvrata ryb na local'nyyu akvatoriyu pri ih vyrashchivaniy [A way of return of fishes on the localwater area at their cultivation]. A.s. 1261598 SSSR. Otkrytiya, izobreteniya № 37.
- Dolgov A.N., Maksimov V.N., Volovova L.A., Goncharov S.M.* 2017. Gidroakusticheskiy nizkochastotnyj preobrazovatel' [Hydroacoustic low-frequency transducer]. Pat. RF № 168944. Byul. № 7.
- McNeil W.J.* 1983. World salmon ranching // Proc. Oceans' 83. San Francisko, 20 Aug.— 1 Sept. P. 880–883.
- Ishioka H., Hatakeyama I., Skaguchi S., Iajima Sh.* 1986. The effect of sound stimulus on the behavioral disturbance of Red Sea bream // Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. № 20. P. 59–70.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Measurement results of acoustic pressure parcels of «Signal-M» stimulator at different distances from the hydrophone and at various strengthening of the electronic block.

Table 2. Measurement results of acoustic pressure parcels of «Signal-T3E» stimulator at different distances from the hydrophone and at various strengthening of the electronic block and radiators quantity.

Table 3. Measurement results of acoustic pressure parcels of «EMI» stimulator at different distances from the hydrophone and at various strengthening of the electronic block.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. «Signal-M» stimulator, containing two emitters, made of ferret salt crystal plates, connecting cable, switchboard, signals generator

Fig. 2. Small-sized electromagnetic stimulator «EMI», containing radiator with membrane made of galvanized iron, connecting cable, signals generator.

Fig. 3. «Signal-T3E» stimulator, containing two radiators with membranes made of stainless steel, connecting cable, signals generator, which has possibility of two acoustic emitters simultaneous connection, 12 Volts accumulator.

Fig. 4. Block diagram of carrying out measurements.

Fig. 5. The scheme of measuring characteristics carrying out of «Signal-T3E» hydroacoustic stimulator at the lake Glubokoe.

Fig. 6. Fragment of carrying out measurements at the lake Glubokoe.

Fig. 7. «Signal-M» hydroacoustic stimulator. Usual types of acoustic signals at different distances (at the left) and a separate signal on level 0.3 at 11 meters distance.

Fig. 8. «Signal-T3E» hydroacoustic stimulator. Usual types of acoustic signals at different distances (at the left) and a separate signal on level 0.3 at 40 meters distance.

Fig. 9. «EMI» hydroacoustic stimulator. Usual types of acoustic signals at different distances (at the left) and a separate signal on level 0.3 at 20 meters distance.

Fig. 10. Mobile hydroacoustic complex placed on the boat (A); feeding platform (B).

УДК 639.2.001.5; 629.124.72

**Особенности классификации существующих
типов интегрированных центров заборных работ
в составе ПЛК НИС постройки 2011–2018 гг.***Д.Е. Левашов, Н.П. Буланова, Е.Д. Бровка*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: levashov@vniro.ru

В статье рассмотрен один из основных вопросов, касающихся создания нового поколения НИС для рыбопромысловых исследований, — особенности классификации существующих типов интегрированных центров заборных работ (ЦЗР) в составе палубно-лабораторного комплекса (ПЛК). Рассмотрены ЦЗР на 20 НИС постройки начиная с 2011 г. вплоть до планируемых к вводу в строй в 2018 г. максимальной длиной от 42 до 116 м, предназначенных для работы как в прибрежных морях, так в океанских водах высоких широт. Показано, что в зависимости от состава, конфигурации и взаиморасположения основных элементов ЦЗР, они могут подразделяться на пять типов. На каждый рассмотренный тип ЦЗР приведены иллюстративные примеры. В табличном виде представлены особенности конструкции и некоторые характеристики основных элементов ЦЗР, в частности площадки для заборных работ, ангары для хранения и обслуживания погружаемого оборудования, а также лебёдки и спуско-подъёмные устройства (СПУ), в которые могут входить различного типа кран-балки, выстрелы и краны.

Ключевые слова: ангары, лебёдки, кран-балки, спуско-подъёмные устройства, рыбопромысловые исследования, заборные работы, классификация, НИС.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных функциональных составляющих ПЛК является центр заборных работ (ЦЗР). Как известно [Левашов, 2003], все заборные работы на НИС разделяются на два основных направления: работы на дрейфовых станциях и работы на ходу судна. Первое направление для отраслевых комплексных экспедиций является преимущественным и предъявляет наиболее значительные требования

к конструкции судна, в связи с чем именно ему и уделено внимание в данной работе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Рассмотрен и проанализирован ряд ЦЗР на 20 НИС постройки начиная с 2011 г. вплоть до планируемых к вводу в строй в 2018 г. максимальной длиной от 42 до 116 м, предназначенных для работы как в прибрежных морях, так и в океанских водах высоких широт. Про-

ведённый анализ позволили обобщить особенности устройства ЦЗР на современных НИС. Все интегрированные ЦЗР современных судов состоят из основных элементов, в качестве которых выступают площадки для заборных работ, ангары для хранения и обслуживания погружаемого оборудования, а также лебёдки и спуско-подъёмные устройства (СПУ), в которые могут входить различного типа кран-балки, выстрелы и краны. Вне зависимости от типа ЦЗР, при работах на станциях, преимущественным бортом для их расположения, как правило, считается правый. К нему привязаны методики и наставления, его смена на левый потенциально грозит аварийными ситуациями (например, неправильный выбор наветренного борта может вызвать потерю зонда). По рабочему борту недопустимо наличие сливных отверстий технических и бытовых вод.

Главным элементом ЦЗР являются рабочие площадки, которые предназначены для заборных работ с зондирующей техникой, планктонными сетями и другим заборным оборудованием. Эти площадки располагаются вдоль рабочего борта, преимущественно в средней части судна, на палубах, имеющих минимальное расстояние до поверхности воды, и в местах, где надстройки могут защищать от непогоды. Если на судне имеются несколько рабочих площадок, то ближе к корме располагаются те, которые предназначены для работы с погружаемой аппаратурой, имеющей большую парусность, например, с планктонными сетями и ПА.

Важной составляющей ЦЗР являются ангары для заборного оборудования, которые могут иметь прямой выход на рабочую площадку или оснащены бортовым лаппортом, в англоязычных источниках такой тип ангара называется «Baltic Room». В последнем случае площадка для заборных работ как самостоятельный отдельный элемент может отсутствовать. В ангарах также имеются дополнительные выходы для отбора и переноса проб при плохой погоде в соответствующие лаборатории. Иногда этот ангар называют «мокрой» лабораторией, так как в ней может проводиться отбор проб из батометров.

Лебёдки для зондирующей и буксируемой аппаратуры — кабель-тросовые, а для план-

ктонных и геологических работ обычно используются тросовые лебёдки. Лебёдки для работ на станциях обычно располагаются рядом, т. к. не используются одновременно. Их ставят с учётом расположения рабочей площадки, устройств вывода троса за борт и специфики работы с зондами и планктонными сетями (соотношение высоты борта и размеров оборудования, работа при сильном ветре, необходимость промывки сетей и т. п.). Для экономии места на рабочей площадке лебёдки часто ставятся палубой выше или внутри ангаров на втором ярусе. На крупных НИС американской школы проектирования все научные лебёдки или их большая часть часто размещается в специальном помещении на нижней палубе. При этом тросы от них выводятся через специальные межпалубные каналы и блоки непосредственно к СПУ. Такое решение позволяет упростить их обслуживание и даёт возможность достаточно быстрого переориентирования работы лебёдок с бортового ЦЗР на корму и обратно.

Элементы СПУ, например, П-рамы или кран-балки устанавливаются ближе к борту или рядом с лебёдками, иногда в ангаре. В ангаре часто используются телескопические выстрелы с тельферами. В последнее время традиционные СПУ дополнились новым устройством — LARS (Launch and Recovery System), которое позволяет жёстко захватывать погружаемое устройство на палубе и переносить его непосредственно в воду перед погружением и затем обратно забирать с поверхности воды. Таким образом, не допускается обычное раскачивание прибора на кабель-тросе при сильном волнении, что потенциально грозит ударом о борт судна. Это устройство может также комплексироваться с кранами, выстрелами и другими устройствами СПУ в зависимости от назначения и задач.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённый анализ ЦЗР современных НИС, предназначенных для работы как в прибрежных морях, так и в океанских водах высоких широт позволили выделить пять типов основных элементов ЦЗР в зависимости от их состава, конфигурации и взаиморасположе-

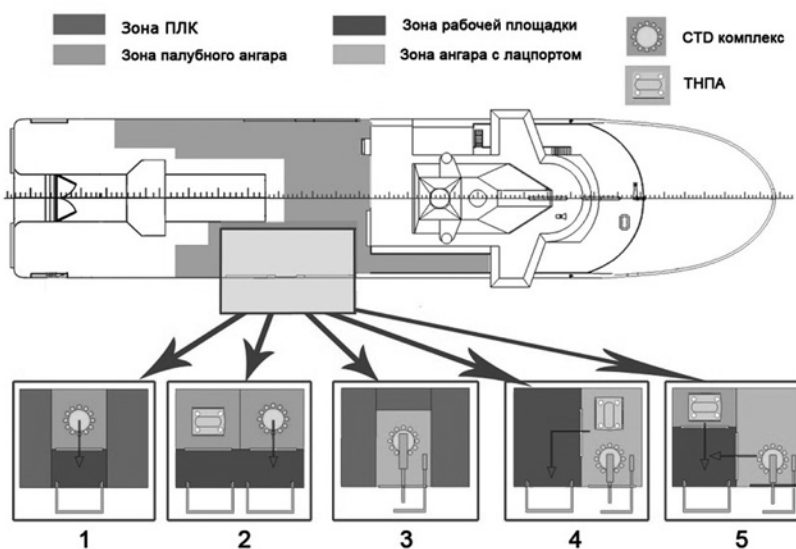


Рис. 1. Классификация ЦЗР: тип 1 — открытый, тип 2 — открытый с двумя ангарами, тип 3 — закрытый, тип 4 — закрытый с дополнительной открытой рабочей площадкой, 5- закрытый с дополнительными ангаром и открытой рабочей площадкой

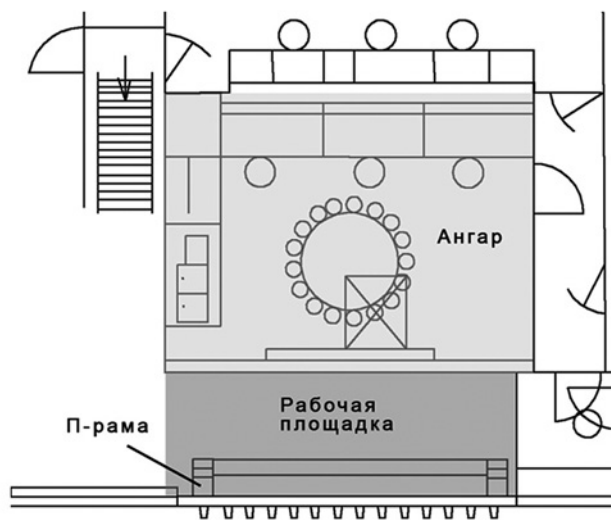


Рис. 2. ЦЗР открытого типа — тип 1 на НИС Ramon Margalef (слева) и схема расположения основных элементов (справа)

ния (рис. 1). Далее типы основных элементов ЦЗР рассматриваются более подробно.

ЦЗР открытого типа (рис. 1, тип 1) является наиболее простым, экономичным и широко распространённым типом, используемым на многих судах. Хотя в большей степени такой тип используется преимущественно на судах средних размеров с максимальной длиной 40—60 м, однако известны суда и с большей длиной, например, НИС Sonne [Левашов и др.,

2016] (Германия), имеющие такое устройство ЦЗР. Часто такой тип ЦЗР используется на учебных и университетских НИС. Характерный пример ЦЗР открытого типа на НИС Ramon Margalef [Левашов и др., 2016] (Испания) приведён на рис. 2.

На рис. 3 показано внутреннее устройство ангара на НИС ВІРО ІNAPESCA (Мексика) с поворотным тельфером на потолке и вид снаружи ЦЗР на НИС Kagoshima Maru



Рис. 3. Внутреннее устройство ангара на НИС VIPO IANAPESCA (слева) и вид снаружи ЦЗР тип 1 на НИС Kagoshima Maru с СПУ типа кран-LARS (справа)

(Япония) с СПУ типа кран-LARS с СТД-комплексом на жёсткой подвеске [Левашов и др., 2016].

В настоящее время на больших судах, преимущественно экспедиционного назначения,

этот тип ЦЗР имеет разновидность с двумя ангарами (рис. 1, тип 2). Один ангар предназначен для отбора проб и хранения зондирующих комплексов и другого малогабаритного заборного оборудования. Второй ангар, боль-

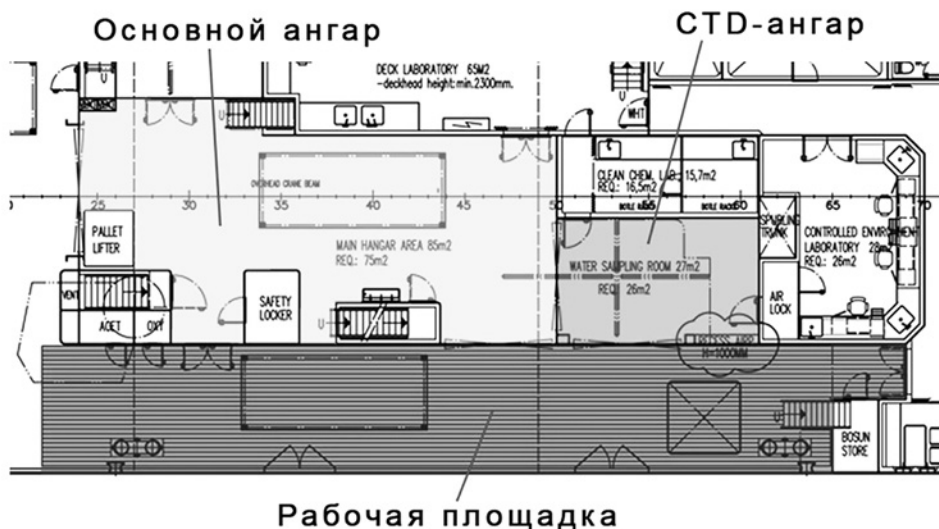


Рис. 4. Внешний вид ЦЗР типа 2 на НИС Sally Ride (слева) и на НИС Discovery (справа), а также план расположения ЦЗР на НИС Discovery (внизу)

шей площади и расположенный ближе к корме, с выходом на рабочую площадку предназначен для работ с крупногабаритным оборудованием и ПА. Зачастую в этих ангарах имеется второй выход на кормовую или траловую палубу.

На рис. 4 (слева) представлен внешний вид ЦЗР на НИС Sally Ride [Левашов и др., 2016] (США) с двумя СПУ типа кран-LARS и двумя двухуровневыми ангарами. С меньшим закрытием STD-ангар, с большим — основной ангар с ТНПА и другим крупногабаритным подводным оборудованием.

На рис. 4 (справа) представлен внешний вид ЦЗР на НИС Discovery [Левашов и др., 2016], где вместо СПУ типа кран-LARS, для STD-комплексов установлен сложный комплекс из складывающейся П-рамы с лебёдкой и компенсатором натяжения троса при волнении. Вся эта конструкция, несмотря на видимую громоздкость, отлично работает и применяется на многих британских НИС, функционально заменяя кран-LARS,

но позволяя работать под значительно большей нагрузкой. Для работы с оборудованием из основного ангара также вместо СПУ типа кран-LARS используется телескопический выстрел, установленный также по верху ангара и рассчитанный на значительные нагрузки. Так как кроме СПУ состав и расположения ЦЗР на обоих НИС мало отличаются, в нижней части рис. 4 представлен план расположения ЦЗР на НИС Discovery. На фотографии оба СПУ выкрашены в синий цвет и хорошо видны на фоне грузовых кранов красного цвета.

Анализируя особенности устройства ЦЗР как с одним, так и двумя ангарами, можно отметить, что данный тип в основном присущ НИС средних размеров, работающим в средних широтах, или учебным судам. На больших экспедиционных судах ЦЗР открытого типа тоже может использоваться, так как большое пространство рабочих палуб и ангарах позволяет использовать штатные СПУ и вспомогательную механизацию для быстрого перемещения погружаемого

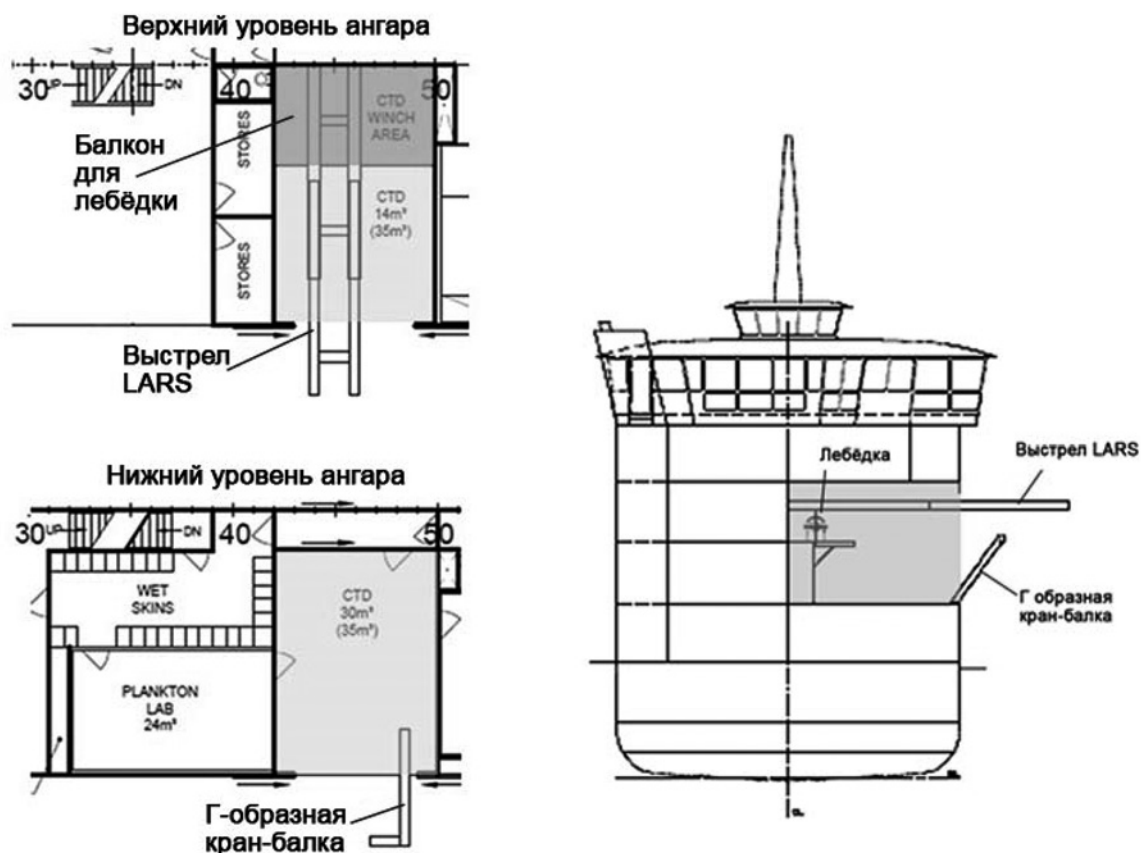


Рис. 5. ЦЗР закрытого типа (тип 3) в проекте НИС Dana: планы верхнего и нижнего уровня (слева) и разрез судна по его поперечной плоскости в районе ангара (справа)

оборудования из ангара за борт и обратно даже в зимнюю погоду. Однако в последнее время всё большее распространение получили ангары для работ с СТД-комплексами и другим зондирующим оборудованием, которые имеют бортовой лацпорт (рис. 1, типы 3–5).

Впервые в практике рыболовных исследований такой ангар с лацпортом (тип 1) применили на известном исландском НИС *Arni Friðriksson* [Левашов, 2003]. Позже конструировались другие суда с таким ангаром, а на НИС *G.O. Sars* таких сделали два [Левашов, 2010]. На рис. 5 представлен план расположения ЦЗР с таким ангаром на НИС *Dana* (Дания), постройку которого предполагается завершить в 2018 г.

Некоторые неудобства проведения заборных работ из таких ангаров с крупногабаритным погружаемым оборудованием вызвали необходимость устройства рядом с ангаром дополнительных открытых рабочих площадок, а у ангара — дополнительного выхода на эту площадку, как, например, сделано на НИС *Sikuliaq* (США), *Skagerak* (Швеция) и *Cabo de Hornos* (Чили) (рис. 1, тип 4) [Левашов и др., 2016].

Для первых двух НИС рабочие площадки являются частью кормовой палубы, располагаются у концевой переборки надстройки с выходом на палубу, а для операций с крупногабаритным оборудованием в качестве СПУ используются кормовые грузовые или многофункциональные краны и буксирные лебёдки. На НИС *Cabo de Hornos* задняя открытая дополнительная рабочая

площадка является совершенно самостоятельной, располагается вдоль борта и имеет собственную Т-образную кран-балку с двумя лебёдками. Аналогичный подход, но с П-рамой, применён и на НИС *Sir John Franklin* [Левашов и др., 2016] (Канада), представленный на рис. 6.

Вместе с тем на больших судах имеется необходимость в дополнительных ангарах, как уже указывалось выше, для хранения и работ с большими планктонными сетями, драгами, дночерпателями, для хранения ПА. Иногда дополнительный ангар может именоваться «мокрой» лабораторией, так как в этом помещении проводится разбор геологических, бентосных, планктонных, ихтиологических и других подобных проб. Имеющийся опыт применения бортового лацпорта для такого ангара на НИС *G.O. Sars* был признан неудачным для такого типа судов и более не повторялся. Поэтому второй ангар имеет закрытие с выходом на рабочую площадку, как на южнокорейском НИС *Isabu* (рис. 7). Такой вариант мы назвали — тип 5.

На рис. 8 представлены гистограммы распределения площадей основных элементов ЦЗР на 20 НИС постройки начиная с 2011 г. вплоть до планируемых к вводу в строй в 2018 г. максимальной длиной от 42 до 116 м, предназначенных для работы как в прибрежных морях, так в океанских водах высоких широт. Более подробные характеристики по ЦЗР этих НИС представлены в таблице.

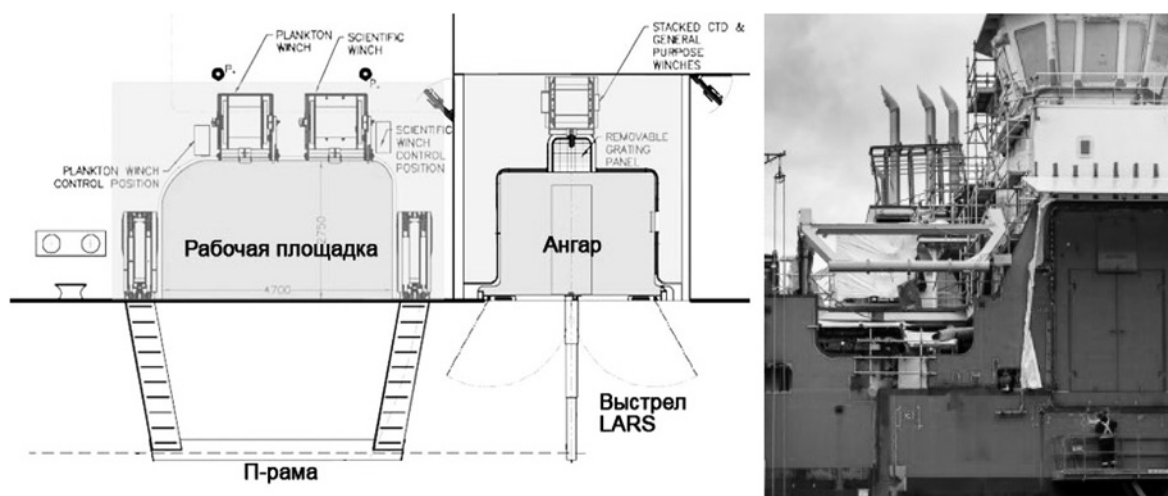


Рис. 6. ЦЗР закрытого типа и открытой рабочей площадкой на НИС *Sir John Franklin*: на плане (слева) и на фотографии этой части борта на судне в постройке (справа)

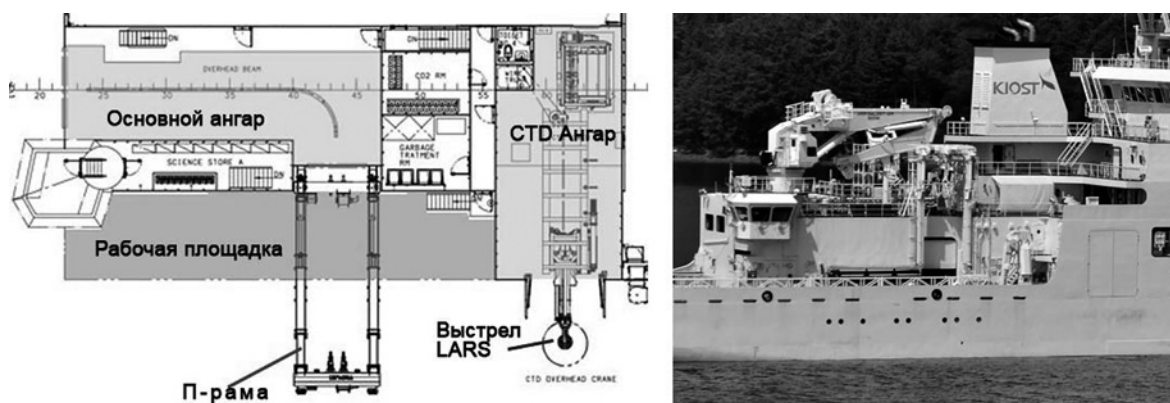


Рис. 7. ЦЗР закрытого типа, дополнительным ангаром и открытой рабочей площадкой на НИС Isabu: на плане (слева) и на фотографии этой части борта (справа)

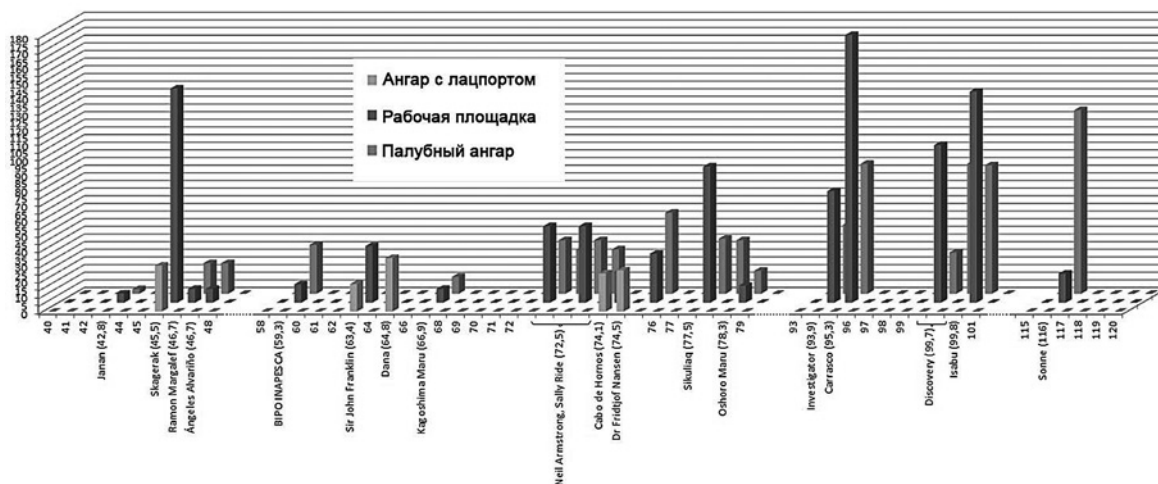


Рис. 8. Гистограммы распределения площадей основных элементов ЦЗР на 20 НИС постройки начиная с 2011 г. вплоть до планируемых к вводу в строй в 2018 г. максимальной длиной от 42 до 116 м, предназначенных для работы как в прибрежных морях, так в океанских водах высоких широт

Таблица. Классификация и основные характеристики центров заборных работ (ЦЗР) современных НИС

НИС, флаг (год ввода в строй)	Длина / ширина макс (м)	Тип центра заборных работ и площадь его составляющих, м ²			СПУ: тип, число (группозоподъемность, т)	Лебёдки: тип, число (диаметр, мм × длина, м, тяга, т)
		Открытый		Закрытый с лацпортом		
		Ангар	Площадка			
Открытый (тип 1)						
1 Ramon Margalef, Испания (2011)	46,7/10,5	20	9	X	П-рама, 1	СТД, 1 шт. (Ø8 × 4000) Универсальная, 2 шт. (Ø8 × 6000)
2 Janan, Катар (2011 г.)	42,8/10	~3	~2 и ~4	X	П-рама, 2	СТД, 1; Глубоководная, 1
3 Ángeles Alvariño, Испания (2012)	46,7/10,5	20	9	X	П-рама, 1	СТД, 1 (Ø8 × 4000) Универсальная, 2 шт. (Ø8 × 6000)
4 ВІРО INAPESCA, Мексика (2013)	59,3/13,0	32	12	X	П-рама, 1 (5 т)	СТД, 1 (Ø6 × 4000)

Продолжение табл.

НИС, флаг (год ввода в строй)	Длина / ширина макс (м)	Тип центра заборных работ и площадь его составляющих, м ²			СПУ: тип, число (группозоподъёмность, т)	Лебёдки: тип, число (диаметр, мм × длина, м, тяга, т)
		Открытый		Закрытый с лацпортом		
		Ангар	Площадка			
5 Kagoshima Maru, Япония (2012)	66,9/12,1	~11	~9	X	кран LARS, 1	СТД, 1 (∅8 × 3000), Тросовая, 1
6 Oshoro Maru, Япония (2014)* по левому борту	78,3/13,0	~15	~11	X	кран LARS, 1 Г-образная кран-балка, 1	СТД, 2 Тросовая, 2
7 Sonne, Германия (2014)	116/20,6	120 2-х ур.	~19	X	выстрел (LARS) Телескопический выстрел (20 т)	СТД, 1 (∅8 × 6000) Научная, 2 (∅11 × 8000, ∅18 × 8000) (все под палубой)
Открытый с двумя ангарами (тип 2)						
8 Neil Armstrong, США (2014)	72,5/15,2	35 2-х ур.	~50	X	кран LARS, 1	CAST-6-125, 2
		29 2-х ур.				
9 Sally Ride, США (2015)	72,5/15,2	35 2-х ур.	~50	X	кран LARS, 1	CAST-6-125, 2
		29 2-х ур.				
10 Discovery, Великобритания (2013 г.)	99,7/18,0	27 2-х ур.	~103	X	П-рама складная, 1 (20 т)	СТД, 1 (под палубой)
		85 2-х ур.			Телескопический выстрел, 1 (20 т)	
11 Tan Kah Kee, КНР (2016)	77,5/16,2	~36	~89	X	Кран LARS, 1	СТД, 1 (под палубой)
		~35				
Закрытый (тип 3)						
12 Dana, Дания (2019)	64,8/15,5	X	X	~35 2-х ур.	выстрел LARS, 1 Г-образная кран-балка, 1	СТД, 1 Тросовая, 1
Закрытый с дополнительной открытой рабочей площадкой (тип 4)						
13 Cabo de Hornos, Чили (2013 г.)	74,1/15,6	X	~20	~25 2-х ур.	Г-образная кран-балка, 1 (5 т) Т-образная кран-балка, 1 (10 т)	СТД, 1 (4,6 т) Гидрографическая, 1 (4 т), Геофизическая, 2 (19,2 т)
14 Skagerak, Швеция (2018)	45,5/11,0	X	~140	~30	выстрел LARS, 1 (3 т)	СТД, 1 (8 × 4000, 4 т)
15 Sikuliaq, США (2014 г.)	77,5/16,0	X	~200	~60	выстрел LARS, 1	СТД-Rapp Hydema, 1 (под палубой)
16 Sir John Franklin, Канада (2017 г.)	63,4/16	X	~37	~18 2-х ур.	выстрел LARS, 1 П-рама, 1	СТД, 1 Тросовая, 2 Кабель-тросовая, 1
Закрытый с дополнительными ангаром и открытой рабочей площадкой (тип 5)						
17 Dr Fridtjof Nansen, Норвегия (2016 г.)	74,5/17,4			~27 2-х ур.	Г-образная кран-балка, 1 (3 т)	1- СТД
		~53 3-х ур.	~32		П-рама складная, 1 (10 т)	Океанограф., многоцелевая, планктон., бентос

Окончание табл.

НИС, флаг (год ввода в строй)	Длина / ширина макс (м)	Тип центра заборных работ и площадь его составляющих, м ²		СПУ: тип, число (группозоподъёмность, т)	Лебёдки: тип, число (диаметр, мм × длина, м, тяга, т)	
		Открытый				Закрытый с лаппортом
		Ангар	Площадка			
18 Isabu, Южная Корея (2016 г.)	99,8/18,0			~109 2-х ур. выстрел LARS, 1	СТД, 1	
		~84 2-х ур.	~138	П-рама складная, 1 (30 т)	Океанографическая, многоцелевая, планктон., бентос (под палубой)	
19 Carrasco, Перу (2016 г.)	95,3/18,0			~42 2-х ур. Г-образная кран-балка, 1	СТД, 1	
		~85 2-х ур.	~175	П-рама, 1	Тросовая, 1	
20 Investigator, Австралия (2014)	93,9/18,5			~38 2-х ур. выстрел LARS, 1 (6т)	СТД, 2 (Ø8 × 7400)	
		~45 2-х ур.	~73	Телескопический выстрел, 1 (30 т)	Для дночерпателя, 1 (Ø8 × 2680), Для грунтовых трубок, 1 (Ø22 × 8400)	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ рассмотренных материалов не показал явного предпочтения какого либо типа ЦЗР перед другими, однако наибольшими преимуществами для применения в перспективных проектах отраслевых НИС с максимальной длиной примерно до 70 м обладают ЦЗР закрытого типа и открытой рабочей площадкой с собственным СПУ. Для НИС большей длины более целесообразно использовать вариант с ЦЗР закрытого типа, дополнительным ангаром и открытой рабочей площадкой с собственным СПУ. В качестве перспективного СПУ следует рассматривать разновидности вариантов с СПУ в комплексе с системой типа LARS.

ЛИТЕРАТУРА

- Левашов Д.Е. 2003. Техника экспедиционных исследований. Инструментальные методы и технические средства оценки промыслово-значимых факторов среды. М.: Изд-во ВНИРО. 400 с.
- Левашов Д.Е. 2010. Современные суда и судовое оборудование для рыбопромысловых исследований. М.: Изд-во ВНИРО. 399 с.
- Левашов Д.Е., Тишкова Т.В., Буланова Н.П. 2016. Морские суда для рыбопромысловых исследований 2010–2015 гг. М.: Изд-во ВНИРО. 232 с.
- Поступила в редакцию 23.04.2018 г.
Принята после рецензии 20.06.2018 г.

Equipment for fisheries research

Features of classification of the existing types of the integrated centers of outboard operations as a part of deck-laboratory complexes of R/V for fishing research of construction of 2011–2018

D. Ye. Levashov, N.P. Bulanova, E.D. Brovko

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The creation of the research vessel of a new generation for fishing research purposes is considered. The features of classification of existing types of integrated centers for outboard operations within the deck-laboratory complex are given. The centers of outboard operations are considered for 20 research vessels built from 2011 to the planned commissioning in 2018 with a maximum length of 42 to 116 m, designed to work in the coastal seas and in the ocean waters of high latitudes. The centers of outboard operations are divided into five types depending on the composition, configuration and disposition of its main elements. Each type of centers of outboard operations is illustrated. Design features and characteristics of the main elements of the centers of outboard operations are presented in tables. Area for outboard operations, hangars for storage and maintenance of submersible equipment, winches and LARS, which can include various types of crane beams, telescopic booms and cranes are also described.

Keywords: hangars, winches, crane beams, LARS, fisheries researches, outboard operations, classification, research vessel.

REFERENCES

- Levashov D.E.* 2003. *Tekhnika ehkspeditsionnyh issledovaniy: Instrumental'nye metody i tekhnicheskie sredstva ocenki promyslovo-znachimyh faktorov sredy [Instrumental methods and components for estimating the fishing-significant characteristics of water medium]*. M.: Izd-vo VNIRO. 400 s.
- Levashov D.E.* 2010. *Sovremennye suda i sudovoe oborudovanie dlya rybopromyslovyh issledovaniy*

- [Modern research vessels and their equipment for fishery investigations]. M.: Izd-vo VNIRO. 399 s.
- Levashov D.E., Tishkova T.V., Bulanova N.P.* 2016. *Morskie suda dlya rybopromyslovyh issledovaniy 2010–2015 gg. [Marine research vessel for fishery investigations (2010–2015)]*. M.: Izd-vo VNIRO. 232 s.

TABLE CAPTIONS

Tabl. 1. Classification and basic characteristics of the center of outboard operations for modern R/V.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Classification of centers for outboard operations:

- 1 — open type, 2 — open type with two hangars, 3 — closed type, 4 — closed type with an additional open work area, 5 — closed type with additional hangar and an open work area

Fig. 2. Open type of the centers for outboard operations — on the R/V Ramon Margalef (left) and basic elements layout (right).

Fig. 3. The internal structure of the hangar on the R/V BIPO INAPESCA (left) and outside view of the center outboard operations open type on the R/V Kagoshima Maru with a launching and lifting mechanism — type crane LARS (right).

Fig. 4. External view of the centers for outboard operations open type with two hangars on the R/V Sally Ride (left) and on the R/V Discovery (right), and the layout of the centers for outboard operations on the R/V Discovery.

Fig. 5. The centers for outboard operations of closed type on the R/V Dana: plans for the upper and lower level (left) and the profile of the vessel in the hangar area (right).

Fig. 6. The centers for outboard operations closed type with an additional open work area on the R/V Sir John Franklin: on the plan (left) and on the photo of this part of the ship at the shipyard.

Fig. 7. The centers for outboard operations closed type with additional hangar and an open work area on the R/V Isabu: on the plan (left) and on the photo of this part of the board (right).

Fig. 8. Distribution of areas for the base elements of the centers for outboard operations for 20 research vessels built from 2011 to the planned commissioning in 2018 with a maximum length of 42 to 116 m, designed to work in the coastal seas and in the ocean waters of high latitudes in histograms.

Информация

УДК 639.2.001.5:629.124.72

**«Stella Maris» — морская звезда нового аргентинского
рыболовного НИС «V́ictor Angelescu»***Д.Е. Левашов, Н.П. Буланова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: levashov@vniro.ru

В сентябре 2017 г. в Аргентину пришло первое научно-рыболовное НИС нового поколения — «V́ictor Angelescu», способное выполнять все виды рыбопромысловых исследований. Проектирование и строительство судна осуществлялось на испанской верфи *Astón de Vigo* с учётом Рекомендаций ИКЕС № 209 относительно минимизации судовых шумов. В результате, в соответствии с Американским судовым Регистром, судно аттестовано по уровню своих шумов на малозумный класс, что позволяет вести рыбопромысловые исследования с использованием научного эхолота EK-80. Описаны особенности конструкции судна и его научные качества.

Ключевые слова: V́ictor Angelescu, Рекомендации ИКЕС № 209, рыбопромысловые исследования, НИС.

В старые времена при строительстве деревянных судов под основание мачты закладывались монета или религиозный символ. Однако современные суда строятся по блокам, поэтому в нижней части первого блока нового аргентинского НИС «V́ictor Angelescu» 5 июля 2016 г. была заложена табличка с логотипом Института и медаль из серебряного сплава с изображением Стеллы Марис. «Stella Maris» — морская звезда, один из образов Девы Марии, так обращались к ней в молитвах застигнутые бурей моряки. Таким образом, эти памятные знаки навсегда останутся неотъемлемой частью нового судна, которое будет исследовать моря под покровительством Стеллы Марис.

НИС «V́ictor Angelescu» — [Ehrlich, 2016], построенное для Национального института рыболовных исследований и развития Аргентины (Argentina's National Institute of Fisheries Research and Development — INIDEP), должно заменить старое НИС «Capitán Cánepa» 1964 г. постройки. Его история началась во второй половине 2014 г., когда Международный банк развития — ИБР (International Development Bank — IDB) предоставил правительству Аргентины кредит в размере 40 млн. долл. США в рамках Программы устойчивого развития аквакультуры и рыболовства. Из них 33 млн. долл. США должны быть использованы для проектирова-

ния и строительства двух рыболовных и океанографических исследовательских судов: одно из них длиной 52 м, другое — 36 м, для прибрежных исследований.

В январе 2015 г. в INIDEP была сформирована рабочая группа для выработки исходных требований для создания большего судна, а в феврале 2015 г. члены этой группы посетили мексиканское НИС «VÍRO INAPESCA» [Левашов, Тишкова, Буланова, 2016], построенное по аналогичному кредиту. В результате вся первая половина 2015 г. была посвящена разработке технических требований ТЗ на новое судно.

В сентябре был объявлен тендер, который выиграла испанская верфь Astilleros Armon Vigo SA с заявленным бюджетом в размере 28,3 млн. долларов, которые и были использованы из кредита ИБР. В декабре 2015 г. был подписан контракт между INIDEP и верфью Astilleros Armon Vigo SA. Проектирование и надзор над строительством был поручен консалтинговой фирме Searlace S.L, которая выиграла это поручение в результате специально организованного конкурса.

Сразу началась разработка документации, тестирование макета судна в опытовом бассейне, и уже 5 июля 2016 г. под заводским номером V098 был заложен киль нового судна. Через 18 месяцев после начала контракта НИС было готово, пройдены основные испытания, в т. ч. и на соответствие рекомендациям ИКЕС № 209, и 15 сентября 2017 г. в г. Виго состоялись крестины судна. Крёстной матерью была вице-президент Аргентины Габриэла Михетти (Gabriela Michetti), которая специально по такому случаю прибыла в г. Виго. Судно было названо в честь д-ра Виктора Анджеску (V́ctor Angelescu), родившегося в Яссах (Румыния) в 1912 г., одного из основателей Института морской биологии (IBM), на базе которого был основан Национальный институт исследований и разработок в области рыболовства, и которым была создана организация INIDEP сорок лет назад. На следующий день после крестин новое НИС уже под своим официальным именем отправилось в Аргентину, порт приписки был обозначен как Мар-дель-Плата, где и располагается IBM. При пересечении Атлантики на судне одновременно завершалась оставшаяся часть морских испытаний.

Ниже представлены главные размерения и другие основные характеристики нового НИС «V́ctor Angelescu» [Ehrlich, 2016].

Длина наибольшая, м: 52,8

Длина по перпендикулярам, м: 47,1

Ширина наибольшая, м: 12,8

Осадка, м: 5,0

Крейсерская скорость — 11,0 узлов, максимальная — 13,0 узлов. Автономность — 43 суток при крейсерской скорости. В соответствии с Американским судовым Регистром (AMERICAN BUREAU SHIPPING) судно аттестовано на класс «A1» AMS ACCU, CIRCLE (E), SPECIAL SERVICE OCEANOGRAPHIC RESEARCH VESSEL с пониженными шумами в соответствии с Рекомендациями ИКЕС № 209 [Mitson, 1995; Левашов, 2016], класс по динамическому позиционированию — DPS-1. На судне размещаются 32 человека, из них экипаж — 15 чел., научных сотрудников — 17 чел.

При начале проектирования судна в качестве ближайших прототипов изучались испанские НИС «Ramón Margalef» (2011 г., 46,7 м), НИС «Angeles Alvariño» (2011 г., 46,7 м), а также мексиканское НИС «VÍRO INAPESCA» (2014 г., 59,2 м) [Левашов, Тишкова, Буланова, 2016]. Как и в прототипах, кроме общих архитектурных решений в конструкции корпуса и надстройки, применён безбульбовый вариант носовой части судна с почти вертикальным форштевнем (рис. 1, слева).

Все проектные работы и тесты в опытовом канале, касающиеся элементов винто-рулевой группы, обеспечили фирмы VICUSdt и Baliño SA. Работы были проведены в соответствии с требованиями ИКЕС № 209 с целью минимизации подводных судовых шумов, снижения кавитационных свойств и ликвидации эффекта «пения» на переходе: оконечность гребного винта — перо руля (рис. 1, справа) в результате анализа причин с помощью программного обеспечения Computational Fluid Dynamics (CFD).

Главная энергетическая установка — дизель-электрическая. При реализации принципа электродвижения использована одновальная пропульсивная схема с двумя электромоторами компании INDAR (каждый мощностью 1050 кВт при 190 об/мин), установленных тандемом на одном валу



Рис. 1. Вид одной из моделей НИС «Victor Angelescu» с безбульбовым вариантом форштевня судна (слева) и готовой оконечностью гребного винта — перо руля (справа)

с 5-лопастным малозумным гребным винтом (диаметром 3,2 м) постоянного шага. В пропульсивный комплекс также входят два подруливающих устройства тоннельного

типа — носовое и кормовое. Пропульсивный комплекс обеспечивает питанием судовая электростанция, состоящая из трёх дизель-генераторов общей мощностью 3210 кВт.



Рис. 2. Вид НИС «Victor Angelescu» по левому (сверху) и по правому (снизу) бортам

В отличие от прототипов было принято несколько иное расположение всего палубно-лабораторного комплекса и использован выдвижной киль. Однако внешне новое судно всё равно получилось похожим на свои прототипы. Виды НИС «Victor Angelescu» по левому и по правому борту представлены на рис. 2.

Промысловые и научные лебёдки, а также другое судовое спуско-подъёмное оборудование — почти все с электрическим приводом и в основном поставлены фирмой Ibercisa, также испанской. На кормовой части траловой палубы располагаются две ваерные лебёдки и сдвоенные сетные барабаны объёмом 4 м³ (донный трал) и 7 м³ (пелагический трал). Две вспомогательные траловые лебёдки и лебёдка тралового зонда расположены на палубе кормовой оконечности надстройки. Там же, над СТД-ангаром, располагаются двухбарабанная тросовая океанографическая лебёдка и кабель-тросовая СТД-лебёдка, которые, вместе с бортовой П-рамой, установленной там же, предназначены для заборных работ по правому борту.

При этом бортовая П-рама выполнена дважды складывающейся.

Лабораторный комплекс размещается, в основном, на главной палубе и сконфигурирован таким образом, чтобы обслуживать рабочие площадки, оборудованные заваливающимися П-рамами, для выполнения заборных работ на корме и по правому борту. Центром работ по правому борту является СТД-ангар, совмещённый с «мокрой» лабораторией океанологии для отбора собранных проб. Для перемещений СТД-комплекса в ангаре и на рабочей площадке под подволоком ангара подвешен тельферный кран с поворотной направляющей. Со стороны левого борта к «мокрой» лаборатории примыкает многофункциональная лаборатория, где проводится обработка и анализ взятых проб. Эти лаборатории сообщаются через дверь и иллюминатор для передачи отобранных проб. Ближе к носу судна, вдоль правого борта, располагается «сухая» лаборатория, где впереди выгорожен отсек с гидроакустической аппаратурой, а сзади, у кормовой переборки с иллюминаторами на рабочую пло-



Рис. 3. Виды траловой палубы (а) и внутреннего устройства научных помещений НИС «Victor Angelescu» б — «сухая» лаборатория, в — ангар с «мокрой» лабораторией, г — рыбцех

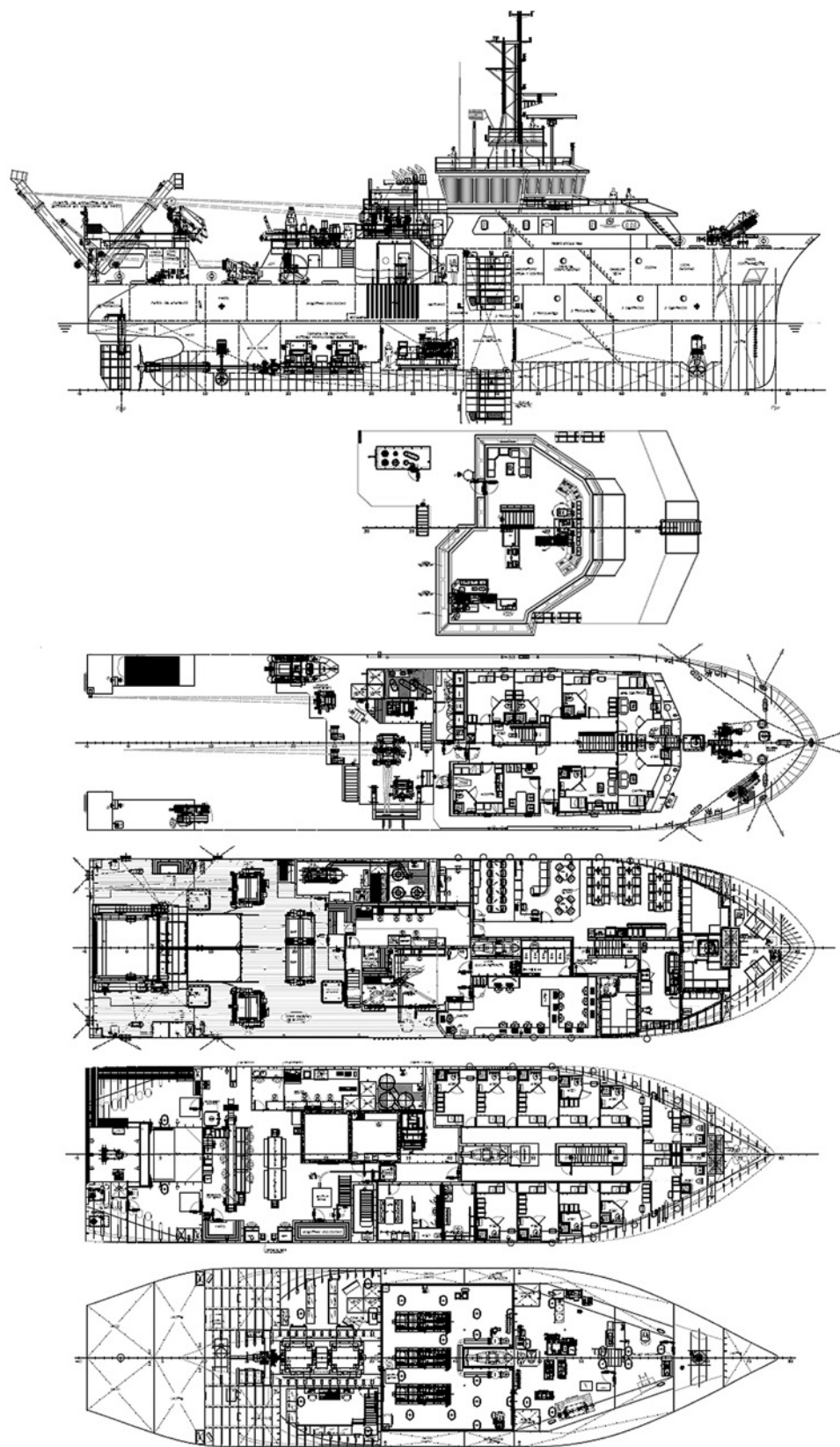


Рис. 4. Профиль в разрезе и планы палуб НИС «Victor Angelescu»

щадку выделен пост для работ по зондированию СТД-комплексом.

В число основного научного оборудования входят такие общепринятые системы, как: СТД-комплекс на основе зонда SBE-911 с дополнительными датчиками кислорода, рН, ФАР (фотосинтетическая активная радиация), флуориметром, альтиметром и кассетой с 12-ю батометрами по 5 л каждый, и проточной системы с термосалинографом, дополнительными датчиками CO₂, O₂ и флуориметром. Ещё из научного оборудования можно отметить телеуправляемый подводный аппарат (ROV), погружающийся до глубины в 1000 м.

Также на судне установлен комплекс гидроакустической аппаратуры, который был поставлен фирмой Kongsberg Maritime (Simrad), как единая система, анализирующая все составные части исследуемой экосистемы [KONGSBERG ..., 2017]. Для рыболовных исследований предполагается использовать научный однолучевой эхолот EK-80, научный многолучевой эхолот ME70, высокочастотный всенаправленный гидролокатор SX90 и поисковый гидролокатор SU-90. При тралении используются система траловых датчиков P150 и FX80. Новое программное обеспечение Simrad TD50, выпущенное испанской компанией (г. Виго) в начале этого года, также включено в поставку, что позволяет мультимедийные данные ME70 визуализировать в режиме реального времени в 3D-виде во время съёмки. Большая часть акустических антенн перечисленной аппаратуры смонтирована на выдвигном киле.

В дополнение к пакету морских экосистем Simrad новое судно будет использовать также системы сбора и обработки данных (Matrix, Kongsberg MDM 500). По мнению сотрудников фирмы Kongsberg Maritime такое сочетание научных одно- и многолучевой гидроакустической аппаратуры и систем обработки данных становится де-факто отраслевым стандартом для исследовательских судов.

В группу обеспечения входят акустические доплеровские измерители течений ADCP и система акустического позиционирования для погружаемого с борта судна телеуправляемого подводного аппарата ROV.

Под траловой палубой располагается комплекс рыбообработки. Центральное место в нём занимает рыбцех, в который улов поступает из накопительного бункера объёмом 20 м³. Рыба по конвейеру поступает на места взвешивания, измерения размеров и разделки. Анализ препарированных частей производится в биологической лаборатории, примыкающей к рыбцеху со стороны левого борта. Со стороны правого борта расположены морозильные аппараты. Замороженная продукция хранится в холодильном трюме объёмом 22 м³, располагающемся впереди рыбцеха. Далее (в нос) расположено лабораторное помещение с терморегулированием в пределах от +5 до +20 °С.

На кормовой палубе предусмотрены места для крепления двух 20-футовых контейнеров или лабораторий на их основе. На рис. 4 представлены профиль в разрезе и планы палуб НИС «Victor Angelescu».

ЛИТЕРАТУРА

- Левашов Д.Е. 2016. Нормирование характеристик шумового поля рыбохозяйственных НИС с целью минимизации его влияния на поведение рыб при промыслово-акустической съёмке // Труды ВНИРО. Т. 159. С. 157–166.
- Левашов Д.Е., Тишкова Т.В., Буланова Н.П. 2016. Морские суда для рыбопромысловых исследований 2010–2015 гг. М.: Изд-во ВНИРО. 232 с.
- Ehrlich M.D., Machinandiarena L., Madirolas A. 2016. Construction of two new Research Vessels for Argentina // The 29-th International Research Ship Operators (IRSO) meeting occurred on Oct 10–14, 2016. CNR Facility Anacapri, Island of Capri, Italy. 17 p. (https://www.irso.info/wp-content/uploads/Construction_Argentina_Vessels_MEhrlich.pdf). 6.08.2017.
- KONGSBERG completes Installation of Cutting-Edge Marine Ecosystem Assessment Solution on New Argentinian Research Ship. 9. October 2017. Accesible via: <https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0238.nsf/AllWeb/A36098D7B2D4910FC12581B40029190B?OpenDocument>
- Mitson R.B. (Ed.). 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations // ICES Coop. Res. Rep № 209. Copenhagen: ICES. 61 p.

Поступила в редакцию 14.11.2017

Information

«Stella Maris» is a sea star of the new Argentine
FRV «Victor Angelescu»

D.E. Levashov, N.P. Bulanova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The first fishery research vessel of new generation «Victor Angelescu» came to Argentina in September 2017. The ship is capable to fulfill all types of fisheries researches. Designing and building is developed by Spanish shipyard Armón de Vigo with taking into account ICES Recommendations N209 regarding reduction of ship noise. As a result, according to American ship register the vessel had been classified as low noise one. It allows to carry out fisheries researches using scientific echo sounder EK-80. Design features and scientific qualities of the vessel are described.

Keywords: Victor Angelescu, ICES Recommendations N209, fisheries researches, research vessel (RV).

REFERENCES

- Levashov D.E.* 2016. Normirovanie kharakteristik shumovogo polya rybokhozyajstvennyh NIS s tsel'yu minimizatsii ego vliyaniya na povedenie ryb pripromyslovo-akusticheskoy s'emke [Characteristics rationing of fishing research vessels' noise field with the aim of minimization of its influence on fish behavior during fishery-acoustic survey] // Trudy VNIRO. T. 159. S. 157–166.
- Levashov D.E., Tishkova T.V., Bulanova N.P.* 2016. Morskie suda dlya rybopromyslovyh issledovaniy 2010–2015 gg. [Marin research vessels for fishery investigations (2010–2015)]. M.: Izd-vo VNIRO. 232 s.
- Ehrlich M.D., Machinandiarena L., Madirolas A.* 2016. Construction of two new Research Vessels for Argentina // The 29-th International Research Ship Operators (IRSO) meeting occurred on Oct 10–14, 2016. CNR Facility Anacapri, Island of Capri, Italy. 17 p. (https://www.irso.info/wp-content/uploads/Construction_Argentina_Vessels_MEhrlich.pdf). 6.08.2017.
- KONGSBERG* completes Installation of Cutting-Edge Marine Ecosystem Assessment Solution on New Argentinian Research Ship. 9. October 2017. Accesible via: <https://www.kongsberg.com/ks/web/nokbg0238.nsf/AllWeb/A36098D7B2D4910FC12581B40029190B?OpenDocument>
- Mitson R.B. (Ed.)*. 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations // ICES Coop. Res. Rep № 209. Copenhagen: ICES. 61 p.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. View of one of the models of the R/V «Victor Angelescu» without bulb stem (left) and ready tip of the propeller — rudder blade (right).

Fig. 2. View of the R/V «Victor Angelescu» on the left and right boards.

Fig. 3. View of the trawl deck (a) and internal design of the scientific working area on board the R/V «Victor Angelescu», b — dry laboratory, c — hangar with wet laboratory, d — fish- fish processing shop.

Fig. 4. The cross-section and deck plans of the R/V «Victor Angelescu».

Информация
Экспедиции ВНИРО

УДК 639.232

Траловая учётная съёмка тихоокеанских лососей
на НИС «Профессор Кагановский» в северо-
западной части Тихого океана (май-июль 2018 г.)*И.И. Гордеев¹, А.Н. Старовойтов², С.С. Пономарев², В.А. Шевляков²,
П.Г. Милованкин²*

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»), г. Москва

²Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), г. Владивосток
E-mail: gordeev@vniro.ru

В ходе траловой съёмки, выполненной в тихоокеанских водах Курильских о-вов и прилегающей открытой части Тихого океана в летний период 2018 г., в верхней эпипелагиали СЗТО учтены численность и биомасса тихоокеанских лососей в период их преданадромных миграций к рекам охотоморского бассейна и оконтурированы основные скопления производителей горбуши. Получены данные о пространственном распределении, плотности, биологическом состоянии, численности других массовых видов рыб в СЗТО. Произведены оценки численности и биомассы мигрирующей горбуши на площади более 1 млн. км², показавшие рекордные результаты в 1,1 млрд. экз. и 913 тыс. т, соответственно.

Ключевые слова: лососи, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, кета *Oncorhynchus keta*, распределение, численность, биомасса СЗТО (СЗТО — северо-западная часть Тихого океана).

С 31 мая по 7 июля 2018 г. на НИС «Профессор Кагановский» (ФГБНУ «ТИНРО-Центр», работавшего согласно программе «Программа комплексных исследований морского периода жизни тихоокеанских лососей в СЗТО, Охотском и Беринговом морях на 2018 г.») в пределах ИЭЗ РФ и за её границей было выполнено 88 учётных часовых эпипелагических тралений.

В течение рейса все траловые работы по учёту нектона и макропланктона в верхней эпипелагиали стандартно выполнялись разноглубинным канатным тралом 80/396 м с мелкочейной (10 мм дель) вставкой в кутце, вооруженным по 4-х кабельной схеме. Длина кабелей трала равнялась 120 м. Верхняя подбора — щиток (лента брезентовая) шириной 60 см и длиной 10 м, оснащенная по краю

кошельковыми наплавами (35 шт.). Нижняя подбора трала была оснащена якорной цепью длиной 12 м и массой 200 кг. В качестве грузов-углубителей применялись грузы массой по 150 кг. В качестве распорных средств использовались прямоугольные щелевые доски Polar Jupiter площадью в плане — 5,5 м² и массой — 1600 кг каждая.

Траления продолжительностью 1 час в горизонте хода верхней подборы 0 м выполнялись круглосуточно. При постановке трала учитывалось направление ветра, течений и волнения. На протяжении всей экспедиции контроль за ходом трала (помимо дневных визуальных наблюдений за ходом щитка трала по поверхности с фиксацией характерного пенного следа) осуществлялся с помощью датчиков прибора SIMRAD FS70, позволяющего производить фактические измерения вертикального и горизонтального раскрытия устья трала. Эти показатели были использованы в дальнейших расчётах численности и биомассы гидробионтов.

Полный разбор уловов производился с определением численности и массы каждого отдельного вида рыб, головоногих моллюсков, гидроидных и сцифоидных медуз. По всем видам рыб, кальмаров и медуз проводились массовые промысловые промеры, а наиболее массовые виды подвергались биологическому анализу. Для тихоокеанских лососей при уловах до 50–60 экз. проводился полный биологический анализ (ПБА), при больших уловах анализировали 50 экз., для 200 экз. выполнялся неполный биологический анализ (НБА), а остальные особи просчитывались. В общей сложности за период траловой съёмки в СЭТО ихтиологической группой экспедиции (5 специалистов ТИПРО-Центра и 1 из ВНИРО) было промерено 10228 экз. и проанализировано (ПБА) 4306 экз. гидробионтов.

Для молекулярно-генетического анализа в ходе съёмки было собрано 550 образцов от горбуши (кусочек спинного плавника) и 6 образцов тканей акул. Для изучения гематологических и иммунных показателей лососей было собрано по 12 наборов образцов (мазки крови, отпечатки иммуно-компетентных органов, замороженная сыворотка крови) от кеты и горбуши. Также 497 особей 24 видов рыб были изучены на предмет зараженности эндо-

и эктопаразитами. Сбор генетических, гематологических и паразитологических образцов проводили по стандартным методикам [Иванова, 1983; Быховская-Павловская, 1985].

Для расчёта численности и биомассы nekтона на единицу обловленной площади — квадратный километр (в экз./км² и кг/км²) проводился по стандартной применяемой методике [Волвенко, 1998]. Поправочный коэффициент и коэффициент уловистости трала применялся индивидуально для каждого вида гидробионтов согласно принятым в практике аналогичных экосистемных съёмок градаций [Шунтов, Бочаров, 2005]. Итоговая численность, биомасса и средняя плотность распределения гидробионтов рассчитывалась по стандартным методикам ТИПРО-Центра.

Видовой состав уловов включал в себя 53 вида пелагических и эврибатных рыб и беспозвоночных. Помимо тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*, наиболее часто в траловых уловах встречались северный кальмар *Gonatosia borealis* и представители кишечнополостных: гидроидные медузы рода *Aequorea*, сцифомедузы *Chrysaora melanaster* и *Phacellophora camtschatica*.

Итоговый список пелагических и эврибатных видов nekтона и кишечнополостных включал в себя медуз: *Aurelia labiata*, *A. limbata*, *Aequorea* sp., *Calycopsis nematomorpha*, *Periphylla periphylla*, *P. camtschatica*, *C. melanaster*, кальмаров: *Berryteuthis magister*, *B. anonychus* (ex *Okutania anonycha*), *G. borealis*, *Gonatus kamtschaticus*, *G. madokai*, *Japetella diaphana*, *Onykia robusta* (ex *Moroteuthis robustus*), *Onychoteuthis borealijaponica*, тихоокеанских лососей: *Oncorhynchus gorbusha*, *O. keta*, *O. kisutch*, *O. nerka*, *O. tschawytscha*, и других костистых рыб из отряда Aulopiformes — *Lestidiopsis ringens*, *Magnisudis atlantica*, *Alepisaurus ferox*, *Scopelosaurus harrisi* и *Anotopterus nikparini*, отряда Perciformes — *Brama japonica*, *Hyperoglyphe japonica*, *Icichthys lockingtoni*, *Scomber japonicus*, *Zaprora silenus*, отряда Scorpaeniformes — *Aptocyclus ventricosus*, *Eumicrotremus orbis*, *Hemilepidotus* sp., отряда Beloniformes — *Cololabis saira*, отряда Lampriformes — *Desmodema lorum*, миктофид (Myctophiformes) — *Diaphus*

theta, *Notoscopelus japonicus*, *Stenobranchius leucopsarus*, *S. nannochir*, *Symbolophorus californiensis*, *Tarletonbeania crenularis*, из Gasterosteiformes — *Gasterosteus aculeatus*, из Osmeriformes — *Leuroglossus schmidti*, *Lipolagus ochotensis*, из Albuliformes — *Pterothrissus gissu*, из Clupeiformes — *Sardinops sagax melanostictus* (ex *Sardinops melanostictus*), из отряда Gadiformes — *Gadus chalcogrammus* (ex *Theragra chalcogramma*), из Oegopsida — *Todarodes pacificus*, *Watasenia scintillans*, а также акул *Lamna ditropis* (5 особей) и *Prionace glauca* (1 особь), и две особи *Mola mola*.

Ниже приведены биологические характеристики наиболее массовых видов промысловых рыб по данным биологических анализов.

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Встречалась в большей части траловых уловов (рис. 1). Проанализировано: 2404 экз. (ПБА) и 4337 экз. (НБА). Длина тела варьировала от 33,9 до 50,7 см у самцов при массе от 422 до 1617 г (в среднем 41,9 см и 765 г, соответственно).

Длина самок варьировала от 33,4 до 46,0 см при массе от 430 до 1270 г (в сред-

нем 41,0 см и 804 г, соответственно). Соотношение самцов и самок в уловах составило 50,57/49,43%. У большей части особей гонады находились на III стадии зрелости при массе от 6 до 96 г у самок и от 1,2 до 63 у самцов, при средних значения для самок в 31,5 г и 13,2 г для самцов.

Кета *Oncorhynchus keta*. Встречалась в большей части тралов, особенно в северной части учетной акватории (рис. 2). Проанализировано: 1008 экз. (ПБА) и 84 экз. (НБА). Длина тела варьировала от 27,4 до 65,4 см у самцов при массе от 211 до 3716 г, при средних показателях, соответственно, 46,0 см и 1275 г. Длина самок варьировала от 30,2 до 62,1 см при массе от 290 до 2890 г, при средних показателях в 45,8 см и 1242 г. Соотношение самцов и самок составляло 50,02 / 49,98%. У большей части самцов гонады находилась на II стадии зрелости, а у самок — на II и II–III. Масса гонад варьировала от 1 до 262 г у самок и от 1 до 76 г у самцов, при средних значениях для самок в 40,2 г и 19,1 г для самцов.

Скумбрия японская *Scomber japonicus*. Была обычна в южной части исследованной

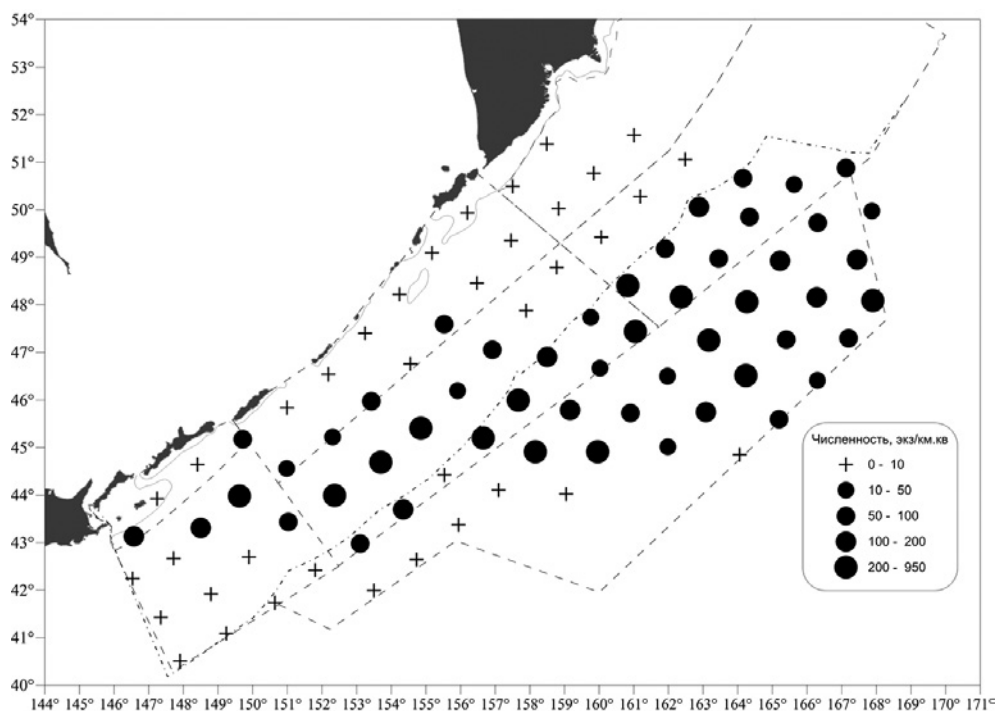


Рис. 1. Карта распределения уловов горбуши (экз/км²)

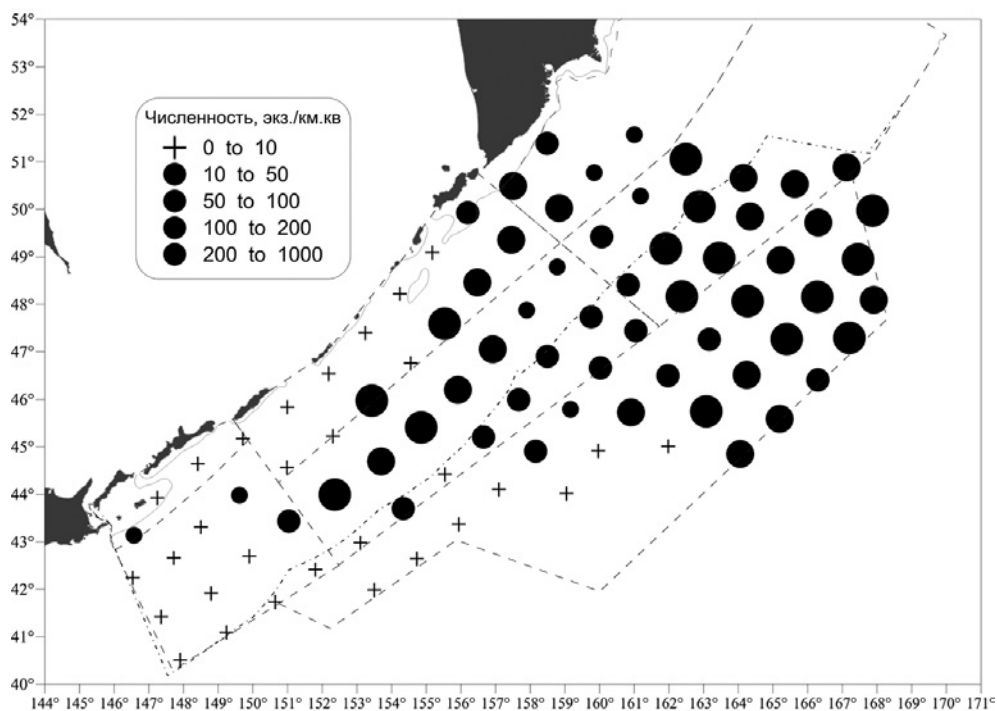


Рис. 2. Карта распределения уловов кеты (экз/км²)

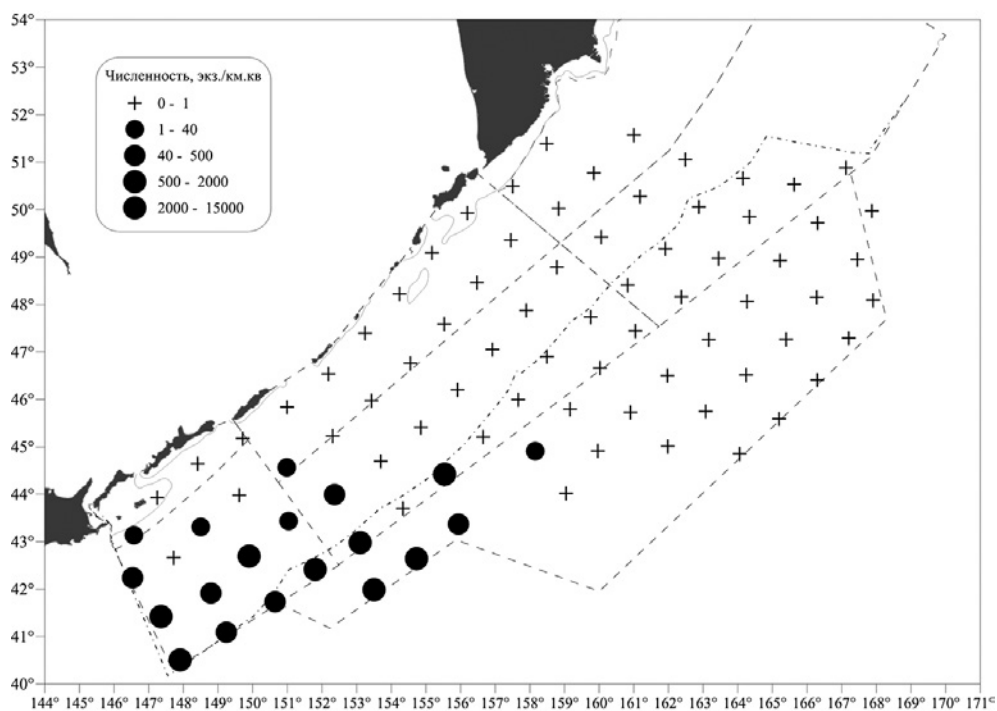


Рис. 3. Карта распределения уловов скумбрии (экз/км²)

акватории (рис. 3). Проанализировано: 414 экз. (ПБА) и 1358 экз. (НБА). Длина тела самцов варьировала от 17,8 до 37,3 см, при массе от 51 до 563 г, при средних показателях,

соответственно, 29,3 см и 278 г. Длина самок варьировала от 18,8 до 37,6 см при массе от 63 до 552 г, при средних показателях в 29,7 см и 287 г. Соотношение самцов и самок состави-

ло 51,45/48,55%. Гонады более 90% особей находилась на II стадии зрелости.

Сардина дальневосточная *Sardinops sagax melanostictus*. Также как и японская скумбрия встречалась в основном в южной части обследованной акватории (рис. 4). Проанализировано: 256 экз. (ПБА) и 853 экз. (НБА). Проанализировано: 256 экз. (ПБА) и 853 экз. (НБА). Длина тела самцов варьировала от 15,0 до 24,0 см при весе от 33 до 145 г, средние показатели — 18,0 см и 65,6 г. Длина самок варьировала от 14,4 до 23,8 см при весе от 32 до 164 г, и средних показателей в 17,8 см и 64 г. Соотношение самцов и самок составило 51,45/48,55%. Гонады большей части особей находилась на II стадии зрелости.

Из числа наиболее массовых ценных видов рыб также было проанализировано: *Oncorhynchus tshawytscha* — 5 ПБА, *O. kisutch* — 9 ПБА и 1 НБА; *O. nerka* — 145 ПБА и 1 НБА; *Brama japonica* — 13 ПБА; *Cololabis saira* — 52 ПБА и 113 НБА. Кроме того, НБА было подвергнуто 3481 особь кальмаров, медуз и других видов нектона.

Оценка численности и биомассы горбуши, оконтуренной на площади более 1 млн. км²,

составила 1,1 млрд. экз. и 913 тыс. т, соответственно. Данный результат является наиболее интересным из всех проведённых оценок численности и биомассы, поскольку даёт все основания для краткосрочного прогноза, соответствующего по уровню подходов, и исторически максимального вылова горбуши в бассейне Охотского моря, который может быть достигнут при должной организации промысла.

Таким образом, все запланированные работы были проведены в полном объёме. Выполнено 88 тралений, выполнены биологические анализы и массовые промеры всех видов нектона и медуз, собраны пробы на молекулярно-генетический, гематологический и паразитологический анализы ряда видов рыб. Генетические пробы помещены в российскую национальную коллекцию эталонных генетических материалов (РНКЭГМ) в ФГБНУ «ВНИРО». Получены новые данные о пространственном распределении плотности, биологическом состоянии, численности и биомассе тихоокеанских лососей и других массовых видов рыб в летний период 2018 г. в СЗТО. Результаты проведённой съёмки подтвердили представления об экстремально высокочисленных походах горбуши в Охотское море.

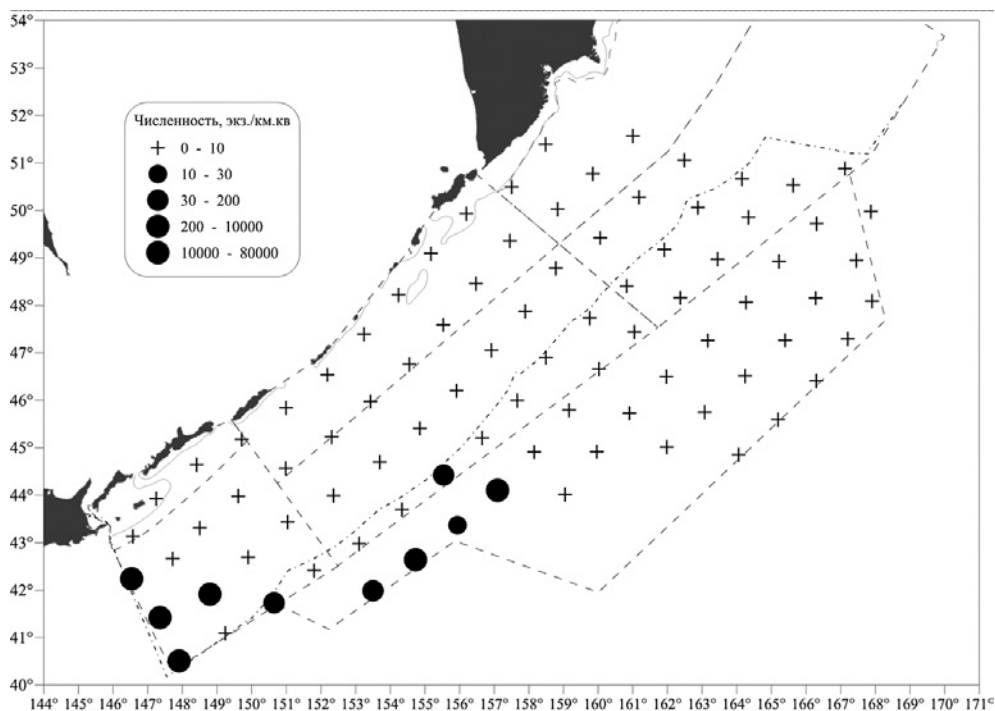


Рис. 4. Карта распределения уловов сардины дальневосточной (экз./км²)

ЛИТЕРАТУРА

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб: руководство по изучению. М.: Наука. 123 с.
- Волвенко И.В. 1998. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Известия ТИНРО. Т. 124. С. 473–500.
- Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 184 с.

- Шунтов В.П., Бочаров Л.Н. (ред.) 2005. Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Тихого океана М.: Изд. «ФГУП Национ. рыбн. ресурсы». 1082 с.

Поступила в редакцию 28.09.2018 г.

Trudy VNIRO

2018. Vol. 171

Information

Trawl survey of Pacific salmon on the R/V "Professor Kaganovsky" in the northwestern part of the Pacific Ocean (May-July 2018)

I.I. Gordeev¹, A.N. Starovoytov², S.S. Ponomarev², V.A. Shevlyakov², P.A. Milovankin²

¹Russian Federal Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow; M.V. Lomonosov Moscow State University (FSBEI HE «MSU»), Moscow

²Pacific Research Fisheries Centre (FSBSI «TINRO-Centre»), Vladivostok

Trawl survey was performed in the Pacific waters of the Kuril Islands and in open waters of the Pacific Ocean during the summer of 2018. The abundance and biomass of Pacific salmon in the period of their pre-anadromous migrations to the rivers of the Okhotsk Sea basin were surveyed in the upper epipelagic zone, and the main concentrations of the pink salmon producers were outlined. Data on spatial distribution, density, biological state of other mass fish species in the northwestern Pacific were obtained. Estimates of the abundance and biomass of migrating pink salmon on an area of more than 1 million km² showed record results of 1.1 billion individuals and 913 thousand tons, respectively.

Keywords: salmon, pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, chum salmon *Oncorhynchus keta*, distribution, abundance biomass, northwestern Pacific.

REFERENCES

- Byhovskaya-Pavlovskaya I.E. 1985. Parazity ryb: rukovodstvo po izucheniyu. [Parasites of fishes. The manual.] М.: Nauka. 123 s.
- Volvenko I.V. 1998. Problemy kolichestvennoy ocenki obiliya ryb po dannym tralovyh s'emok [Problems of quantitative assessment of the abundance of fish from the data of trawl surveys.] // Izvestiya TINRO. T.124. S. 473–500.

- Ivanova N.T. 1983. Atlas kletok krovi ryb. [Atlas of blood cells of fish.] М.: Leg. i pishch. prom-st'. 184 s.
- Shuntov V.P., Bocharov L.N. (Eds.) 2005. Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana. [Atlas of quantitative distribution of nekton in the northwestern part of the Pacific Ocean.] М.: Изд. «FGUP Nacion. rybн. resursy». 1082 s.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Map of pink salmon catches distribution (sp/km²)

Fig. 2. Map of chum salmon catches distribution (sp/km²)

Fig. 3. Map of the mackerel catches distribution (sp/ km²)

Fig. 4. Map of the Far East sardines catches distribution (sp/km²)

Информация
Экспедиции ВНИРО

УДК 574.62

Комплексные гидробиологические исследования прибрежных акваторий Варангер фиорда Баренцева моря в мае 2018 г.*М.В. Переладов, А.В. Лабутин*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва
E-mail: pereladov@vniro.ru

В мае 2018 г. на многолетнем (с 2001 г.) полигоне ВНИРО на акватории российской части Варангер фиорда Баренцева моря проведена гидробиологическая съёмка, направленная на изучение закономерностей естественного воспроизводства ряда промысловых объектов и их кормовой базы. Основными объектами изучения были камчатский краб, морские гребешки, морские ежи, макрофиты сублиторального комплекса, бентос рыхлых грунтов. Исследования включали в себя работы с использованием водолазного снаряжения на глубинах до 30 м, погружных видеокамер GoPro Hero 2–3 на глубинах до 60 м, водолазных компьютеров в режиме профилографа глубины и датчика текущей температуры, а также стационарных датчиков измерения температуры воды Termochron. За период исследований было выполнено 12 гидробиологических разрезов от уреза воды до 30 м, сняты 24 видеотрансекты распределения донных ландшафтов и сопряжённых с ними биоценозов, проведён биологический анализ более 500 экземпляров камчатского краба, 219 экземпляров морских гребешков и 283 экземпляров морских ежей. Получен ряд данных о распределении температуры на разных горизонтах. Для долговременного мониторинга гидрологических параметров датчики «Термохрон» выставлены на глубинах 0; 6 и 20 м. Отобраны 5 проб зообентоса на рыхлых грунтах (литотамниевые галечники). Произведена оценка видового состава и проективного покрытия основных видов макрофитов литорали и sublиторали на контрольных участках. Собранные материалы будут использованы для оценки состояния запасов промысловых гидробионтов, обитающих в прибрежной зоне Баренцева моря и выявлению факторов, влияющих на условия их естественного воспроизводства.

Ключевые слова: Баренцево море, Варангер фиорд, гидрология, воспроизводство, камчатский краб, морские гребешки, морские ежи, бентос, водоросли

В период с 10 по 24 мая 2018 г. на акватории Варангер фиорда Баренцева моря (губы Печенга, Амбарная и Малая Волоковая) проведена комплексная гидробиологическая съёмка, направленная на оценку состояния запасов и условий естественного воспроиз-

водства ряда промысловых гидробионтов, обитающих в прибрежной зоне.

Было выполнено 12 гидробиологических разрезов в диапазоне глубин от литорали до 60 м (рис. 1).

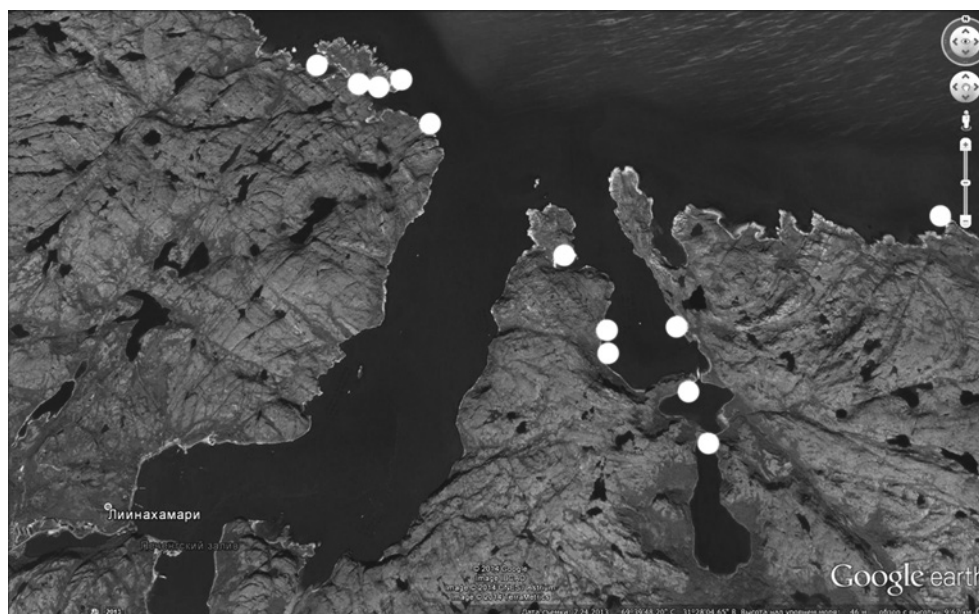


Рис. 1. Расположение гидробиологических разрезов в мае 2018 г. Баренцево море, Варангер фиорд, губы Печенга, Амбарная, Малая Волоковая, солёные озёра Сисьярви и Линьялампи

Съёмка выполнялась в соответствии с пунктом 26 «Плана ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов на 2018 г.»: «Изучение закономерностей естественного воспроизводства и их кормовой базы в прибрежной зоне Баренцева моря». Работы проводились в режиме береговой экспедиции с выходами в море на маломерной моторной лодке.

Объектами изучения были камчатский краб, морские гребешки и морские ежи, а также ряд других промысловых видов и объектов их кормовой базы. Проведено контрольное обследование состояния грунта и донных биоценозов в районе размещения садков по выращиванию сёмги. Подводные наблюдения выполнялись с использованием погружной видеокамеры GoPro HERO 2–3 Black Edition на глубинах до 60 м. Эти же камеры использовались как видеорегистраторы на гидробиологических трансектах на глубинах до 30 м.

Биологический анализ гидробионтов проводился непосредственно в среде обитания. Для камчатского краба он включал в себя измерение ширины карапакса (ШК), пола и стадии линьки отдельных особей. Подсчёт численности и плотности распределения крабов на трансектах проводился при камеральной обработке отснятого видеоматериала.

Биологический анализ морских гребешков и морских ежей включал в себя измерение высоты раковины или диаметра панциря и фотографирование морфологических особенностей изучаемых организмов. После измерений все особи морских гидробионтов в жизнеспособном состоянии выпускались в естественную среду обитания.

Пробы бентоса отбирали ручным пробоотборником с площадью захвата 100 см² в пяти повторностях. Отобранный грунт промывался через набор разнокалиберных сит, все живые организмы фиксировались 70% этиловым спиртом для дальнейшей камеральной обработки.

Температура воды на разрезах определялась по показаниям водолазных компьютеров и по показаниям бортового эхолота обеспечивающей моторной лодки с точностью до 1 °С.

Гидрологическая обстановка во время съёмки

Зима 2017–2018 г. на южном берегу Баренцева моря была снежная и затяжная. До конца апреля продолжались снегопады при отрицательной температуре воздуха. В первой половине мая наступило резкое потепление, что вызвало интенсивное снеготаяние на береговых склонах и вскрытие рек и ручьёв, впа-

дающих в губы Варангер фиорда. В момент начала съёмки 10–11 мая температура воздуха превышала 20 °С при практически полном штиле. Совокупность этих факторов привела к интенсивному паводку, который характеризовался поступлением в акваторию моря значительного количества пресной воды, насыщенной как растворённым органическим веществом (в частности, гуминовыми кислотами из торфяных болот и тундровых отложений), так и взвешенным терригенным материалом.

В результате поверхностный слой воды в прибрежной зоне в ходе всей съёмки характеризовался повышенной мутностью с видимостью менее 1 м и характерным бурым оттенком. Толщина мутного слоя варьировала в зависимости от района, направления и силы ветра и стадии приливно-отливного цикла от 1 до 6 м. Внешняя граница распространения мутной паводковой воды охватывала практически всю исследованную акваторию и достигала на западе до траверза губы Долгая Щель, а на востоке — траверза мыса Хирвасниemi. Отдельные участки акватории с высокой прозрачностью отмечались лишь в ряде мелководных бухт, частично изолированных от перемешивания с паводковыми водными массами, вытекающими из губ Печенга и Амбарная. Солёность в слое паводковой воды приборными методами не определялась. Визуальные наблюдения показали, что существенное снижение солёности в слое паводковых вод отмечалось лишь при полном штиле в лагунах губы Амбарной, где на глубине

3–4 м была замечена зона смешения солёной и пресной воды с характерным эффектом переменного преломления света, который появляется при градиенте солёности более 10 промилле.

Температура воды на поверхности моря во время съёмки в зависимости от направления и силы ветра и волн варьировала от 4 до 8 °С, составляя в среднем 6 °С. По данным с сайта www.windy.com это значение было на 1,56 °С выше среднегодовых показаний для данного района в мае.

Ниже слоя паводка, температура воды составляла в среднем 4 °С, без существенного изменения до глубины 20–25 м. Термоклин на этих глубинах отсутствовал, а прозрачность возрастала до 10–15 м по горизонтали. Однако ниже этих глубин был отмечен ещё один слой мутной воды, в котором прозрачность резко падала до 2–3 м по горизонтали и вертикали. Глубина залегания этого слоя и его характеристики объективно оценить не представилось возможным. По опосредованным данным, полученным при анализе видеосъёмки погружения автономной видеокамеры на глубину 60 м, слой с пониженной прозрачностью простирался от 30 до 40 м, а ниже прозрачность резко возрастала до 5–6 м по вертикали и оставалась таковой до самого дна. Можно предположить, что мутный промежуточный слой соответствовал глубине залегания термоклина, на верхней границе которого из-за разницы в плотности воды происходило накопление оседающей паводковой взвеси.

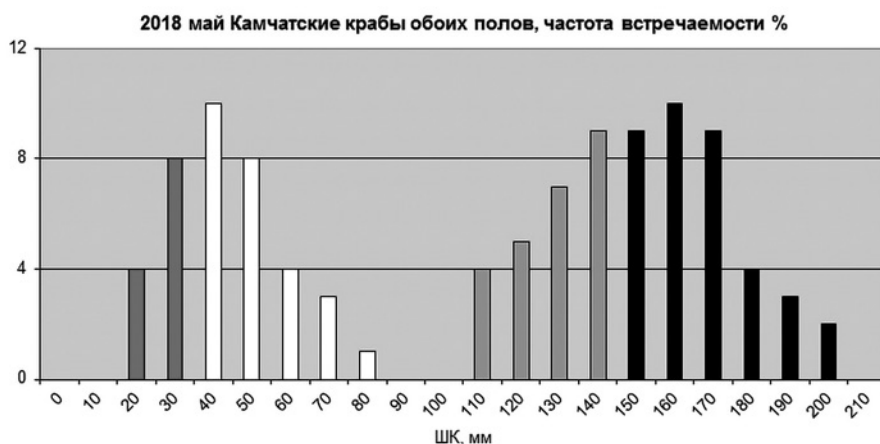


Рис. 2. Размерный ряд всех отмеченных на разрезах особей камчатского краба в мае 2018 г. Баренцево море, Варангер фиорд

Камчатский краб
(*Paralithodes camtschaticus*)

В мае 2018 г. камчатский краб на обследованных участках сублиторали Варангер фиорда встречался повсеместно. На разрезах на глубинах от 3 до 30 м были отмечены особи обоих полов с ШК от 24 до 205 мм. Сводная гистограмма частоты встречаемости размерных групп особей камчатского краба пред-



Рис. 3. Скопление молоди камчатского краба с ШК 24–37 мм на каменистой осыпи. Баренцево море, Варангер фиорд, губа Амбарная, южный склон, глубина 3 м, май 2018 г.

ставлена на рисунке 2 по материалам прямых визуальных наблюдений и анализа данных,

полученных с подводных видеорегистраторов. В данной гистограмме нет разделения особей камчатского краба по полу, потому, что видеоматериалы не всегда позволяют идентифицировать пол конкретной особи, особенно мелких размерных групп.

Распределение особей камчатского краба по глубинам и биотопам было неравномерным.

Ранняя молодь с ШК до 20 мм была отмечена единично только в солёном озере Линьялампи, на глубине 8 м ниже паводкового галоклина на ракушечном грунте. Судить о плотности распределения этой размерной группы не представилось возможным.

Молодь камчатского краба с ШК от 24 до 37 мм была отмечена на подводных галечно-валунных осыпях на глубинах от 3 до 13 м. Плотность особей этой размерной группы была максимальной на глубине 3–6 м, где она достигала 6–7 экз./м² (рис. 3).

Вниз по склону плотность молоди плавно падала до 0,5 экз./м². Соотношение полов в этой размерной группировке было равно 1:1. Основная масса молоди в этих скоплениях была на 2–3 стадиях линьки, единично отмечено вздутие абдомена как свидетельство приближающейся линьки.

Молодь камчатского краба с ШК 45–80 мм встречалась на всех разрезах (кроме песчаной сублиторали) преимущественно

Индекс динамики численности молоди камчатского краба в губах Варангер фиорда Баренцева моря, экз./10.000 кв.м

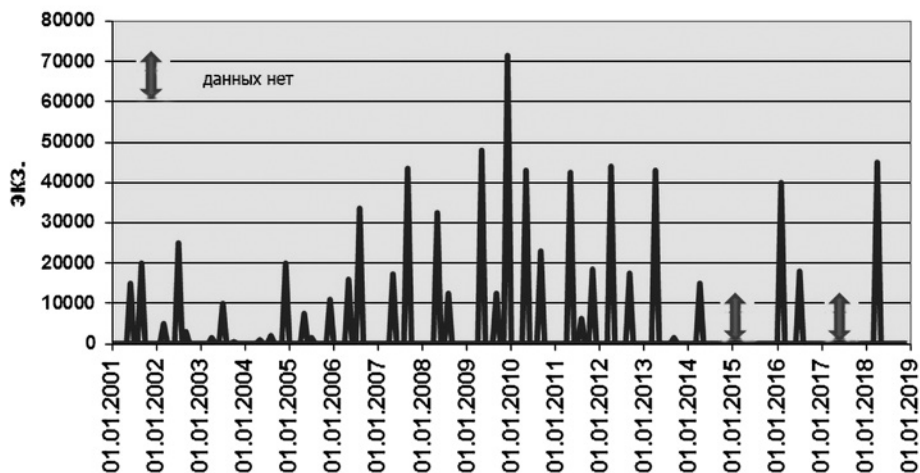


Рис. 4. Динамика индекса численности молоди камчатского краба с ШК от 20 до 80 мм в воспроизводственных биотопах Варангер фиорда Баренцева моря в 2001–2018 гг.

единично, с плотностью менее 0,1 экз./м² на глубинах от 8 до 25 м в валунно-глыбовых биотопах, среди зарослей ламинарии пальчатой. Агрегации особей этой размерной группы с плотностью 3–4 экз./м² были отмечены только на вертикальных склонах в ассоциации с актиниями *Urticina eques* (Gosse, 1858) на глубинах от 18 и до 30 и более метров.

Камчатские крабы с ШК от 90 до 110 мм («подростки») в диапазоне обследованных глубин отмечены не были.

Распределение половозрелых особей камчатского краба с ШК от 110 до 205 мм зависело от пола. Самки были отмечены преимущественно в поясе бурых водорослей в диапазоне глубин от 5 до 15 м, самцы — во всех возможных биотопах от песка до вертикальных стенок в диапазоне глубин от 2 до максимально доступных. В среднем на разрезах плотность как самок так и самцов была относительно низкой и не превышала 0,05 экз./м², хотя в отдельных случаях были отмечены скопления по 3–5 особей на расстоянии нескольких метров друг от друга.

Для оценки динамики естественного воспроизводства запасов камчатского краба был проведён учёт его молоди с ШК от 20 до 80 мм в типичных воспроизводственных биотопах: валунно-галечных осыпях, вертикальных стенах и в зарослях водорослей. На основании этих данных был рассчитан индекс численности молоди камчатского краба, динамика которого за весь период наблюдений показана на рис. 4.

Морские ежи

На обследованных разрезах были отмечены морские ежи трёх видов: зелёный морской ёж (*Strongylocentrotus droebachiensis*), палевый морской ёж (*S. pallidus*) и съедобный морской ёж (*Echinus esculentum*).

В зависимости от глубины, биотопа и экспозиции склона плотность морских ежей варьировала в широких пределах.

Ранняя молодь морских ежей с диаметром панциря 2–5 мм отмечена на литотамниевых галечниках на глубинах 20–30 м с плотностью до 400 экз./м².

Скопления молоди морских ежей с диаметром панциря от 10 до 40 мм отмечены преи-

мущественно на мелководных галечных осыпях лишённых растительности с плотностью до 40–50 экз./м² в ассоциации с молодью камчатского краба (рис. 5).

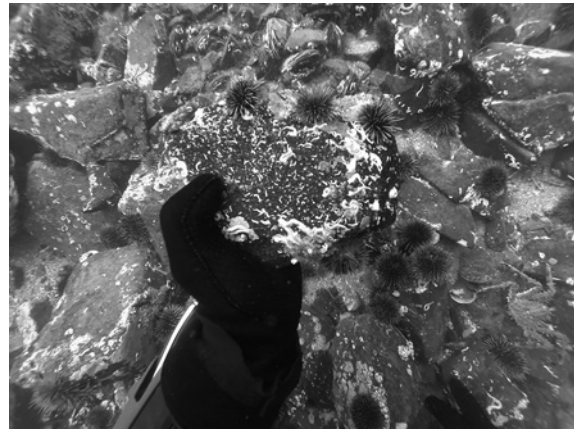


Рис. 5. Скопление молоди морских ежей на каменной осыпи. Баренцево море, Варангер фиорд, губа Амбарная, южный склон, глубина 3 м, май 2018 г.

Скопления морских ежей промыслового размера отмечены преимущественно на пологих склонах среди разреженных зарослей ламинарии пальчатой. Плотность промысловых морских ежей в этом биотопе варьировала в широком диапазоне от 1 до 50 экз./м² в зависимости от особенностей рельефа и проективного покрытия макрофитов (рис 6).

Частота встречаемости морских ежей разных видов в интегральной выборке по всем разрезам показана на рис. 7.



Рис. 6. Скопление морских ежей на глыбах. Баренцево море, Варангер фиорд, губа Печенга, мыс Ристиниеми, глубина 8 м, май 2018 г.

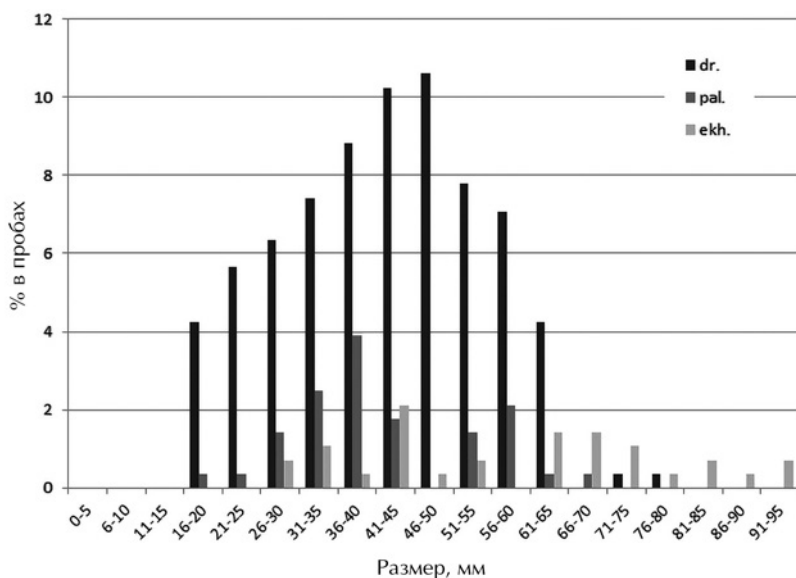


Рис. 7. Частота встречаемости морских ежей разных размерных групп. Баренцево море, Варангер фиорд, май 2018 г. dr — зелёный морской ёж; pal — палевый морской ёж; ekh — съедобный морской ёж

Морские гребешки

Морские гребешки в пробах, собранных в мае 2018 г. были представлены одним видом — *Chlamys islandica*. Отмечавшийся ранее *Palliolium tigrinum* в пробах отсутствовал.

Размерный ряд морских гребешков представлен на рис. 8.

Плотность морских гребешков варьировала в широких пределах в зависимости от биотопа,

глубины и экспозиции склона. Максимальные плотности морских гребешков (4–5 экз./м²) отмечены в валунно-глыбовых биотопах на глубинах от 10 до 25 м ниже пояса ламинарий на участках берегового склона южной экспозиции или в таком же биотопе лишённом растительности на глубинах 3–8 м на склонах северной экспозиции.

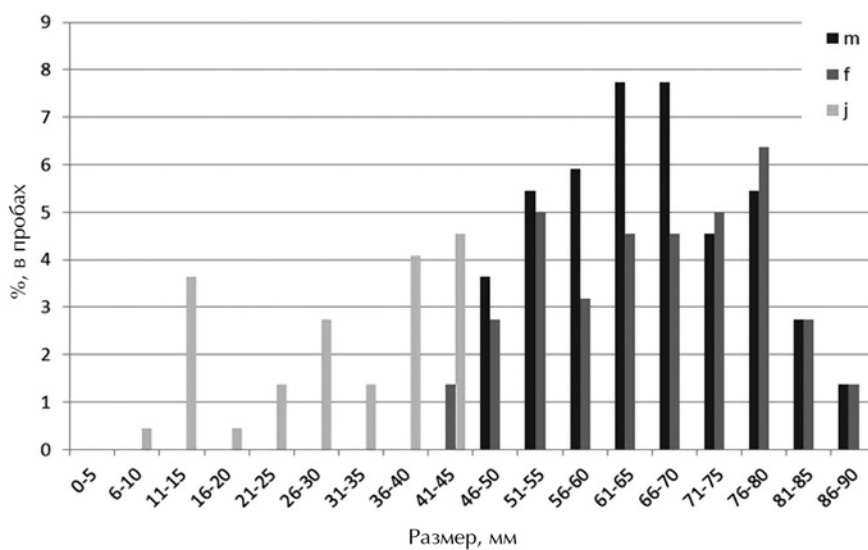


Рис. 8. Частота встречаемости морских гребешков разных размерных групп. Баренцево море, Варангер фиорд, май 2018 г. m — самцы; f — самки; j — молодь

Зообентос

В ходе съёмки были взяты пробы зообентоса на рыхлых грунтах (литотамниевые галечники), на которых с 2011 г. ведётся мониторинг динамики численности ряда групп беспозвоночных, играющих роль в формировании кормовой базы камчатского краба и/или воспроизводстве других промысловых видов. Данные 2018 г. внесены в базу данных (табл. 1).

Кроме этого было проведено обследование мидийных банок на литорали и сублиторали открытого моря и на перекатах в солёных озёрах губы Амбарная.

На литорали в поясе фукоидов мидийные щётки отмечены повсеместно с биомассой от 200 до 1600 г/м² в зависимости от субстрата и прибойности. Максимальные значения биомассы мидийных поселений литорали отмечены на скальных субстратах на защищённых от прямого волнения участках. Минимальные — на песчано-галечных участках закрытых от волнения бухт. На сублиторали поселения мидий отмечались единично и были представлены преимущественно крупными особями с высотой раковины 30–40 мм.

В солёных озёрах лагунного типа банка мидий на перекате, соединяющим озёра Сисьярви и Линьялампи, в мае 2018 г. отсутствовала, хотя в предыдущие годы биомасса моллюсков на ней достигала 15–20 кг/м². В 2018 г. отдельные друзы мидий были отмечены лишь вокруг переката на глубинах 5–7 м (рис. 9)

Грунт под рыболовными садками

Анализ видеоматериалов показал, что характер грунта под садком практически не отличается от аналогичных снимков, полученных на этом же участке губы Амбарная в 2006 г., до начала работы морской фермы (рис. 10)

Макрофиты литорали и сублиторали

Состояние зарослей макрофитов на литорали и сублиторали Варангер фиорда оценивалось по качественным критериям.

В мае 2018 г. было отмечено:

Заросли фукоидов (фукусов и аскофилума) на скальной литорали имеют максимально возможное проективное покрытие по сравнению со всем периодом наблюдений с 2001 г.

Таблица 1 динамика численности функциональных групп зообентоса рыхлых грунтов. Баренцево море, Варангер фиорд, литотамниевые галечники, глубина 22 м, экз./м²

Группа видов	2011–08	2012–09	2013–04	2013–09	2014–06	2015–10	2016–07	2018–05
Офиуры	3220	3640	1900	5000	1665	3380	760	1460
Морские звёзды	0	0	0	0	0	140	20	20
Молодь морских ежей	170	210	240	160	156	600	240	400
Морские блюдечки и хитоны	160	140	240	140	18	200	80	220
Молодь гастропод	380	430	420	1200	108	900	180	20
Молодь бивальвий	250	60	0	220	3	180	60	20
Полихеты седентарные	40	10	0	40	18	680	640	260
Полихеты эррантные	80	10	0	160	21	60	0	80
Крабы	0	0	0	0	0	20	0	20
Мизиды	0	0	0	0	0	20	0	0
Молодь голотурий	0	0	0	0	0	0	0	20

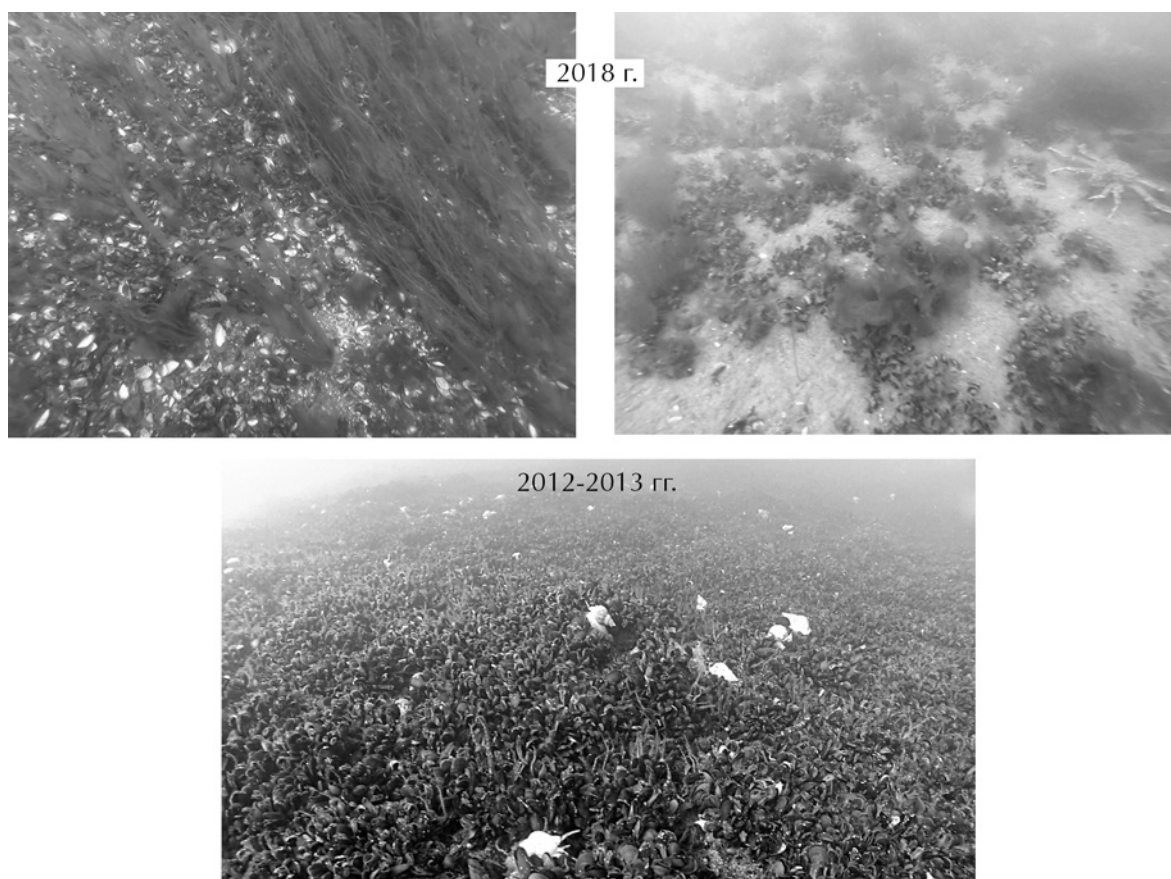


Рис. 9. Состояние поселений мидий в протоке между солёными озёрами Сисьярви и Линьялампи губы Амбарная Варангер фиорда Баренцева моря в 2012–2013 гг. (нижний рисунок — глубина 2 м, биомасса живой мидии 15–20 кг/м²) и в мае 2018 г. (верхний левый рисунок — глубина 2 м, биомасса живой мидии менее 500 г/м²; верхний правый рисунок — глубина 5 м, биомасса живой мидии 500–1000 г/м²)

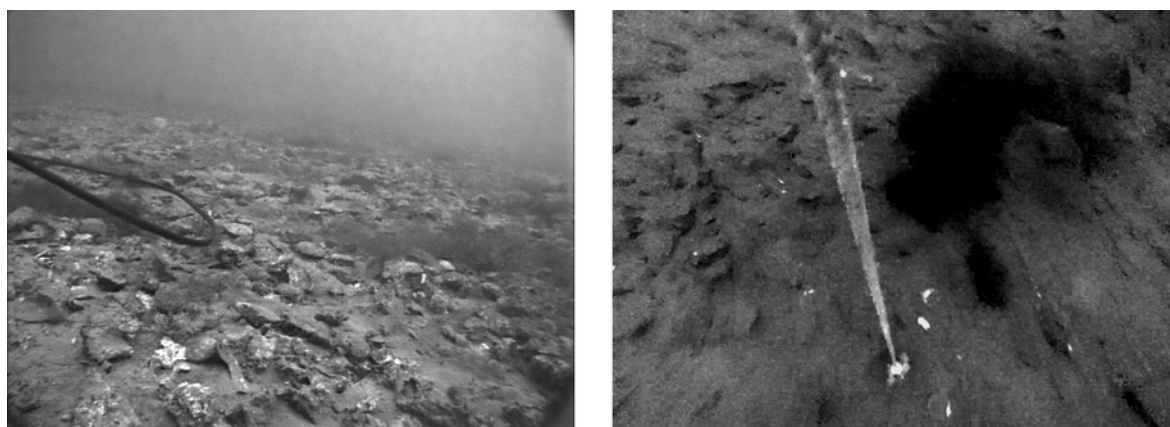


Рис. 10. Состояние грунта в районе садков предприятия индустриальной марикультуры в губе Амбарная Варангер фиорда Баренцева моря в 2006 г. (левый рисунок — глубина 46 м, и в 2018 г. (правый рисунок — глубина 56 м)

Последствия штормовой элиминации в 2011–2012 гг., когда проективное покрытие фукоидов на скалах снизилось до 10–15% полностью ликвидированы.

На урзе нижней воды максимальных отливов отмечены сезонные заросли красной водоросли рода *Halocassium* с проективным покрытием не выше 20%, что существенно



Рис. 11. Состояние фитоценоза открытых скальных участков Варангер фиорда Баренцева моря в мае 2018 г. Верхний левый рисунок — глубина 3 м — заросли хорды; верхний правый рисунок — глубина 5 м — заросли десмарестии зелёной; нижний рисунок — фоновое состояние зарослей ламинарии пальчатой на тех же глубинах

ниже среднего значения для этого горизонта по сравнению с предыдущими годами. Остальная часть этого биотопа была занята зелёными водорослями рода *Cladophora*.

В верхней сублиторали на глубинах 3–6 м повсеместно, включая мысы открытого моря с высшей степенью прибойности, отмечено интенсивное развитие нитчатых водорослей рода *Chorda*, которые в предыдущие годы отмечались эпизодически только на кутовых участках губ и в лагунах.

На этих же участках подводного берегового склона, в поясе ламинарии пальчатой отмечено массовое развитие зарослей бурой водоросли *Desmarestia viridis* с проективным покрытием в горизонте 3–17 м до 80% (рис. 11).

В губе Амбарная, в районе, где до 2015 года производилось выращивание атлантического лосося в садках отмечено полное отсутствие ламинарии пальчатой, заросли которой были характерны для этих акваторий до начала периода индустриальной марикультуры.

Фоновые фенологические наблюдения

Во время съёмки в мае 2018 г. на акваториях, прилегающих к губе Печенга, постоянно отмечались плотные стаи мойвы. Стаи мойвы отмечались как в открытом море, так и непосредственно у берега на глубинах 1–2 м. В районах, где встречалась мойва, в течение всей съёмки отмечали двух активно питающихся китов малых полосатиков, до двух десятков дельфинов морских свиней и единично тюленей.

Также, по данным анализа уловов рыбаков любителей, были отмечены хорошие подходы трески. Дневные уловы трески на лодку с тремя ловцами достигали 50–100 кг, в уловах преобладала крупная треска весом 5–8 кг, которая ловилась на изобатах 120–150 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

— Гидрологические условия в прибрежной зоне Варангер фиорда весной 2018 г. формировались под действием резкой смены мете-

орологической обстановки с фенологической «зимы» на фенологическую «весну», что вызвало интенсивный залповый паводок и массовое поступление терригенного материала в прибрежную зону

— Состояние локального стада камчатского краба стабильно, но отмечены провалы в размерных группах, связанные с неравномерностью естественного воспроизводства и/или с неблагоприятными гидрологическими условиями в предпочтительных для данной группировки биотопах

— Воспроизводственный цикл камчатского краба имеет хорошо выраженную связь с типом весеннего паводка через механизмы формирования воспроизводственных биотопов и кормовой базы

— Структура поселений запасов морского гребешка и морского ежа в пределах сред-

немногочисленных значений, но пополнение испытывает существенные колебания. Отмечено влияние промысла на отдельных участках, подверженных прессу любительского рыболовства

— Отмечено продолжение расширения зоны сезонной вегетации эпифитных и нитчатых водорослей, малоприспособленных для естественного воспроизводства промысловых гидробионтов

— Полученные многолетние данные позволяют уточнить закономерности формирования воспроизводственного потенциала прибрежных акваторий Баренцева моря и разработать практические рекомендации для промышленности по эксплуатации промысловых ресурсов.

Поступила в редакцию 01.08.2018 г.

Information

Complex hydrobiological survey in coastal waters of the Barents Sea Varanger fjord in May 2018

M.V. Pereladov, A.V. Labutin

Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

In May 2018, in the coastal waters of the Varanger fjord of the Barents Sea, a hydrobiological survey was conducted aimed at studying the patterns of natural reproduction of a number of commercial objects and their food base. The main objects of study were the red king crab, scallops, sea urchins, seaweeds of the sublittoral complex and some other objects of benthos. The research included work with SCUBA at depths up to 30 m, the submersible video cameras at depths up to 60 m and some other underwater devices. 12 hydrobiological transects from the water edge to 30 m were completed, 24 video screens of the distribution of bottom landscapes and associated biocenoses were photographed, more than 500 specimens of red king crab, 219 specimens of sea scallops and 283 sea urchins were biological analyzed. A series of data on the distribution of temperature at different horizons is obtained. Five samples of benthos were selected on pebbles. An estimation of the species composition and the projective coverage of the main algae species of the littoral and sublittoral on the control sites were described. The collected materials will be used to assess the recent state of the stocks of commercial species and to identify factors that affect the conditions for their natural reproduction.

Keywords: Barents Sea, Varanger fjord, hydrology, reproduction, red king crab, scallops, sea urchins, benthos, algae

TABLE CAPTIONS

Table 1. Dynamics of the number of functional groups of zoobenthos of loose soils. Barents Sea, Varanger fjord, lithothamic pebbles, depth 22 m, spec./m²

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1.** Location of hydrobiological transects in May 2018. Barents Sea, Varanger Fjord, Pechenga, Ambarnaya, Malaya Volokovaya bays, salt lakes Sisijärvi and Linyalampi
- Fig. 2.** Size range of all red king crab specimens marked on transects in May 2018. Barents Sea, Varanger Fjord
- Fig. 3.** Cluster of young red king crab with carapax width 24–37 mm. Barents Sea, Varanger Fjord, Ambarnaya Bay, southern slope, depth 3 m, May 2018
- Fig. 4.** Dynamics of the number index of juvenile red king crab with carapax width from 20 to 80 mm in the reproduction biotopes of the Varanger fjord of the Barents Sea in 2001–2018.
- Fig. 5.** Cluster of juvenile sea urchins. Barents Sea, Varanger Fjord, Ambarnaya Bay, southern slope, depth 3 m, May 2018
- Fig. 6.** Cluster of sea urchins on the boulders. Barents Sea, Varanger Fjord, Pechenga Bay, Cape Ristiniemi, depth 8 m, May 2018
- Fig. 7.** Frequency of occurrence of sea urchins different size groups. Barents Sea, Varanger Fjord, May 2018.
dr — green sea urchin; pal — pale yellow sea urchin; ekh — edible sea urchin
- Fig. 8.** Frequency of occurrence of scallops different size groups. Barents Sea, Varanger Fjord, May 2018.
m — males; f — females; j — young
- Fig. 9.** Status of mussel settlements in the channel between the saline lakes Sisijärvi and Linjalampi. Ambarnaya bay Varanger fjord of the Barents Sea in 2012–2013 (bottom picture — depth of 2 m, biomass of live mussels 15–20 kg / m²) and in May 2018 (top left picture — depth of 2 m, biomass of live mussels less than 500 g / m²; top right figure — depth of 5 m, biomass of live mussels 500–1000 g / m²)
- Fig. 10.** Soil condition near the cages of the industrial mariculture enterprise in Ambarnaya bay, Varanger fjord of the Barents Sea in 2006 (the left figure — 46 m depth), and in 2018 (the right figure — 56 m depth)
- Fig. 11.** The status of the seaweeds of open rocky areas of the Varanger fjord of the Barents Sea in May 2018 (upper left figure — 3 m depth — filamentous seaweed fouling; upper right figure — 5 m depth — *Desmarestia viridis* fouling; bottom picture — normal condition of thickets of *Laminaria digitata* at the same depths

**Новая книга издательства ВНИРО:
А.И. Агатова «Органическое вещество в морях России»**

Вышедшая в издательстве ВНИРО монография **А.И. Агатовой «Органическое вещество в морях России», 2017**, по существу затрагивает вопросы изменения продуктивности различных морских экосистем за последний 30-летний период, характеризующийся увеличением антропогенной нагрузки на них и изменением климата, что само по себе определило её актуальность. Продуктивность, в том числе и рыбопродуктивность, морской экосистемы зависит не только от продуцирования органического вещества (ОВ) в море и его дальнейшей трансформации и утилизации экосистемой, но и от трансформации и утилизации ею ОВ, поступающего из других

источников. Все эти вопросы подробно рассматриваются в опубликованной книге.

Монография состоит из двух самостоятельных частей, каждая из которых представляет особый интерес. Первые три главы посвящены обзору современных представлений о поступлении и распределении ОВ в море, о его элементном и биохимическом составе и о потоках и скоростях его преобразования в морских экосистемах. Автором проанализирован огромный литературный материал (более 480 работ как российских, так и иностранных исследователей). На его основе делается вывод, что для понимания процессов, формирующих и поддерживающих функционирование и продуктивность морской экосистемы на всех трофических уровнях, необходимо количественное и качественное изучение растворенного и взвешенного ОВ, изменчивости этих показателей во времени и пространстве, а также скоростей преобразования ОВ в продукционно-деструкционном цикле.

Агатова А.И. показывает, что такой подход позволяет не только получить данные о запасах и основных закономерностях распределения ОВ в морях России, оценить их продуктивность и скорости регенерации биогенных элементов, но и оценить возможные нормы изъятия морских биологических ресурсов без нарушения равновесного состояния экосистемы. Помимо этого, можно проследить, каким образом климатические изменения и интенсивное антропогенное воздействие могут нарушить естественные экологические процессы и привести к необратимым изменениям морских экосистем.

Вторые две большие главы посвящены описанию исследований с этих позиций



ОВ северных (Белое, Баренцево, Берингово и Охотское) и южных (Чёрное, Азовское и Каспийское) морей России. Основой этих глав являются многочисленные экспедиционные данные, полученные при непосредственном участии автора сотрудниками лаборатории морской экологии (сейчас лаборатории гидрохимии) и лаборатории климатических основ биопродуктивности ВНИРО.

Очень важно установление того факта, что не только моря, но и их различные районы значительно отличаются по интенсивности продукционно-деструкционных процессов, величине экспортной продукции, содержанию ОВ, его элементному и биохимическому составу, а также по межгодовой изменчивости всех этих показателей. Не менее важен тот факт, что во всех исследованных северных морях энергии активаций основных реакций метаболизма у микропланктона и зоопланктона — главных потребителей ОВ, гораздо ниже (3–9 ккал/М), чем в южных морях (14–16 ккал/М). Это позволяет им поддерживать интенсивность обмена, сопоставимую с интенсивностью обмена обитателей тёплых вод. В экосистемах всех морей возможен большой вклад

микробиологической петли в создание первопищи для гидробионтов высших трофических уровней.

Сравнительный анализ многолетних изменений всех вышеназванных показателей в водах исследованных морей позволил Агатовой А.И. прийти к важному выводу: «В отличие от северных морей за последние 30 лет основные изменения в экосистемах южных морей произошли не из-за климатических изменений, а из-за большой антропогенной нагрузки на них».

В заключение хочется отметить, что эта книга — фундаментальное исследование роли органического вещества в продуктивности морских экосистем как северного, так и южного регионов. Она представляет несомненный научный и практический интерес для многих специалистов в области рыбохозяйственной науки, специалистов—океанологов, морских экологов и для всех, интересующихся вопросами биологической океанографии. Книга доступна для чтения на сайте ВНИРО: <http://vniro.ru/ru/novinki>

В.В. Сапожников

Главный редактор издательства Н.Э. Боровик; Редактор О.С.Юрова
Художественный редактор М.Е. Котова; Компьютерная верстка Ю.С. Яковлева

Подписан в печать 6.12.2018 г. Формат 60 × 84 1/8. Печ. л. 28,25. Тираж 300 экз. Заказ
Адрес редакции: 107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17.
Тел.: +7 (499) 264-65-33; Факс: +7 (499) 264-91-87; E-mail: trudy@vniro.ru

© Издательство ВНИРО, 2018
© ФГБНУ «ВНИРО», 2018

Editor-in-chief of the publishing house Nataliy E. Borovik; Editor Olga S. Yurova
Art editor Mariay E. Kotova; Computer imposition Yuri S. Yakovlev

Signed to print 6.12.2018. Format 60 × 84 1/8. Printed sheets 28,25. Circulation 300 copies. Order
Editorial address: 17, Verkhnyaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140
Tel.: +7 (499) 264-65-33; Fax: +7 (499) 264-91-87; E-mail: trudy@vniro.ru

© VNIRO Publishing, 2018
© FSBSI «VNIRO», 2018