

Промысловые виды и их биология

Чукотское море — новый район промысла минтая

А.В. Датский¹, А.Ю. Шейбак¹, В.Г. Чикилев²

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

² Отдел научных исследований биоресурсов внутренних водоёмов и вод, прилегающих к Чукотскому АО Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), ул. Отке, 56, Анадырь, 689000

E-mail: adatsky@vniro.ru

Цель работы: выявление особенностей распределения и биологии минтая *Gadus chalcogrammus*, а также представление информации о запасах вида и начальном этапе освоения его ресурсов в западной части Чукотского моря.

Используемые методы: для решения поставленной цели использовали материалы девяти комплексных траловых съёмок, выполненных в 1995–2020 гг. на научно-исследовательских судах, а также береговые исследования на арктическом побережье Чукотского автономного округа, в рамках которых проанализированы данные по распределению, биологии, биомассе и промыслу минтая.

Новизна: элементами новизны являются обобщённые современные материалы по распределению, биологии и впервые организованному промыслу минтая.

Практическая значимость: Чукотское море можно отнести к наиболее благоприятным районам для изучения изменчивости организации арктических экосистем, обусловленных нестабильностью климатических условий на Земле в период потепления. Полученные результаты исследований по особенностям распределения, биологии, запасам и промыслу такого массового вида-индикатора как минтай позволят повысить эффективность использования сырьевой базы морских рыб данного водоёма.

Ключевые слова: минтай *Gadus chalcogrammus*, Чукотское море, распределение, биология, биомасса, промысел.

Chukchi Sea — new walleye pollock fishing area

Andrey V. Datsky¹, Artem Yu. Sheybak¹, Vladislav G. Chikilev²

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («ВНИРО»), Okruzhnoy proezd, 19, Moscow, 105187, Russia

² Department of scientific research of bioresources of inland water bodies and waters adjacent to the Chukotka AO of the Pacific branch of «ВНИРО» («ТИНРО»), st. Otke, 56, Anadyr, 689000, Russia

The purpose: to identification of the features of the distribution and biology of walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, as well as the presentation of information on the stocks of the species and the initial stage of development of its resources in the western part of the Chukchi Sea.

Methods used: to achieve this goal, we used materials from nine integrated trawl surveys carried out in 1995–2020 on research vessels, as well as coastal studies on the Arctic coast of the Chukotka Autonomous Okrug, which analyzed data on the distribution, biology, biomass and fishery of walleye pollock.

Novelty: elements of novelty are generalized modern materials on the distribution, biology and for the first time organized pollock fishery.

Practical significance: the Chukchi Sea can be attributed to the most favorable areas for studying the variability of the organization of Arctic ecosystems, due to the instability of climatic conditions on Earth during the period of warming. The obtained results of studies on the distribution, biology, stocks and fishery of such a mass indicator species as walleye pollock will increase the efficiency of using the raw material base of marine fish in this reservoir.

Keywords: walleye pollock, Chukchi Sea, distribution, biology, biomass, fishery.

ВВЕДЕНИЕ

Расширение интереса государства к рыбным запасам дальневосточных морей в конце 1920-х гг. – начале 1930-х гг. привело к формированию поисковых экспедиционных исследований, результатом которых явились новые объекты и районы промысла в дальневосточных морях и прилегающих акваториях Тихого океана. В этот период было положено начало

освоения тралами, ярусами, снурреводами и неводами трески *Gadus macrocephalus* Tilesius, 1810, наваги *Eleginops gracilis* (Tilesius, 1810), сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847, палтусов, тихоокеанских лососей. В дальнейшем успешные результаты полномасштабных научных исследований 1950–1960-х гг. способствовали росту интереса рыбопромышленников к освоению рыбных ресурсов, который в 1970–1980-х гг.

совпал с появлением новых, эффективных для того времени, судов и орудий лова, а также с повышением биомассы многих рыб, в первую очередь, тресковых. Значительному росту уловов тресковых рыб (особенно минтая и трески), возобновлению добычи палтусов, появлению в промысловой статистике морских окуней, бычков, терпугов, угольной рыбы *Anoplopoma fimbria* (Pallas, 1814) и гольцов способствовало и введение в 1977 г. 200-мильных экономических зон прибрежных государств [Датский, 2019]. Именно в период становления крупномасштабного рыболовства в дальневосточных морях были оценены перспективы промысла отдельных видов и морских рыб в целом [Гордеев, 1949; Моисеев, 1953, 1964; Расс, 1955; Полутов, 1960; Кустов, 1968; Новиков, 1974; Шунтов, 1985; Шунтов и др., 1993; Борец, 1997; и др.]. Дальнейшими комплексными исследованиями 1980–2010-х гг. возможности рыбного промысла существенно расширены.

Существующие на современном этапе результаты промысла в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне превзошли все ожидания специалистов. Так, по данным 2018 г. общая добыча морских рыб (176 единиц запасов без тихоокеанских лососей) российским рыболовным флотом и предприятиями рыбного промысла составила 2533 тыс. т. Наибольшие уловы рыб обеспечивало Охотское море (1481 тыс. т или 58,5% всего вылова), наименьшие – российские воды Японского моря (27 тыс. т или 1,1%). В Беринговом море и северо-западной части Тихого океана итоговые объемы вылова составили 560 и 465 тыс. т, соответственно [Антонов, Датский, 2019].

Значительный рост и пространственное расширение ресурсных исследований, обширная экспансия промысла в пределах дальневосточных морей и прилегающих к ним акваторий с 1950-х гг. по настоящее время, казалось бы, не оставили каких-либо шансов по выявлению новых районов рыболовства и, тем более, видов с достаточной для организации добычи рентабельностью. Ещё меньше иллюзий оставалось в этом плане в отношении морей восточного сектора Арктики (Восточно-Сибирское, Чукотское моря), перспективных, на первый взгляд, в начальный период исследований и зачастую не оправдывающих высоких ожиданий после многолетних, хотя и нерегулярных, научных экспедиций. К примеру, в 2020 г. на акватории этих морей возможности промысла ограничивались лишь 11 объектами рыболовства с суммарным рекомендованным выловом 3,91 тыс. т, притом, что 3,9 тыс. т приходилось на один вид – сайку *Boreogadus saida* (Lepechin, 1774) Чукотского моря. В то время, как только в западном секторе Арктики (главным образом

в Баренцевом море, в меньшей степени – в морях Белом, Карском и Лаптевых) было рекомендовано к вылову 56,84 тыс. т 45 единиц запасов рыб (без квот по международным соглашениям), не говоря уже о упомянутых выше акваториях Дальневосточного рыболовного бассейна.

Несмотря на вышесказанное, в 2018–2020 гг. в юго-западной части Чукотского моря в результате комплексных траловых исследований были обнаружены промысловые скопления минтая *Gadus chalcogrammus* (Pallas, 1814), что позволило уже в 2021 г. рекомендовать к вылову 37,2 тыс. т этого вида в режиме общего допустимого улова (ОДУ). Обнаружение такого ценного объекта рыболовства и в столь значимых объемах в российских водах моря можно считать результатом повышения государственного интереса к арктическим морям, что привело к росту числа экспедиционных исследований и, в первую очередь, в Чукотском море, рыбопромысловая значимость которого до настоящего времени была изучена слабо. Если в 1990–2009 гг. в российской акватории моря было проведено пять комплексных траловых съемок, то в последнее десятилетие столько же (три из них в 2018–2020 гг.). В то же время даже по массовым рыбам (к которым относится минтай), обитающим в акватории моря, отсутствует современная информация об особенностях их обитания, распределения и биологии (размерно-возрастной состав, темп роста, возраст и продолжительность созревания, сроки и масштабы нереста).

В этой связи, целью настоящего исследования является выявление особенностей распределения и биологии минтая, а также представление информации о запасах этого вида и начальном этапе освоения его ресурсов в западной части Чукотского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой для настоящей работы послужили материалы девяти комплексных траловых съемок, выполненных в 1995–2020 гг. на научно-исследовательских судах Базы исследовательского флота ВНИРО (до 2018 г. БИФ ТИНРО), в ходе которых осуществлено 366 тралений. В целом в летне-осенний период исследованиями была охвачена значительная акватория российского сектора Чукотского моря, за исключением прибрежной мелководной части с глубинами менее 26 м (рис. 1).

Вследствие суровых природных условий и отсутствия до 2021 г. промысла, сбор материала в Чукотском море осуществляли в ограниченные сроки (август–сентябрь) исключительно на научных судах. В ходе комплексных съемок использовали донные

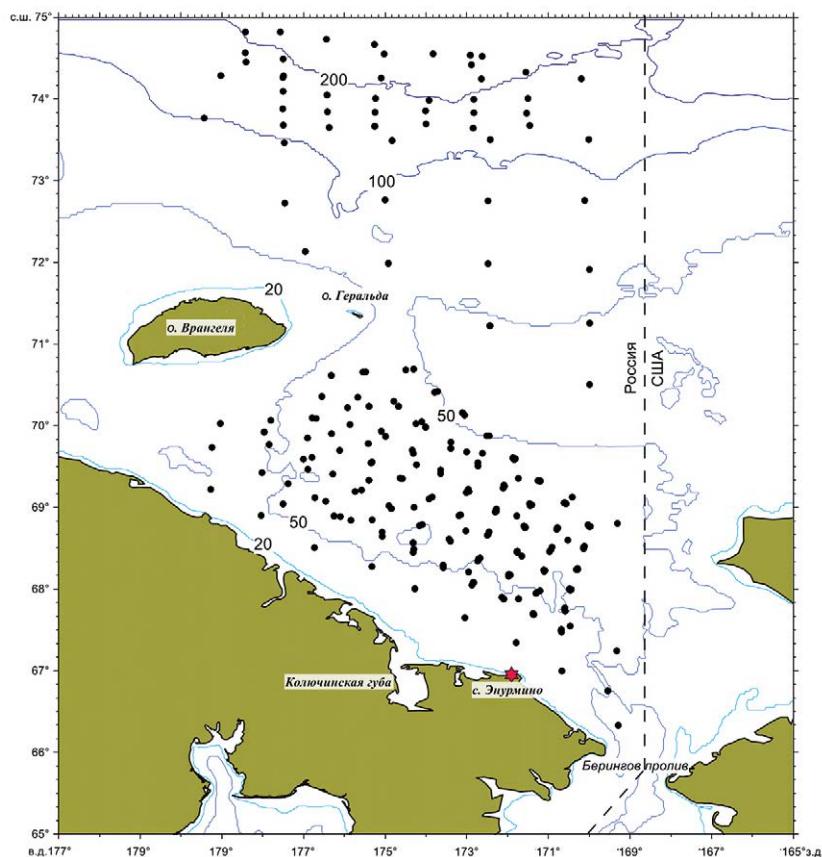


Рис. 1. Карта-схема научных тралений (точки) и береговых исследований (звездочка) в Чукотском море в летне-осенний период 2010, 2018–2021 гг.

Fig. 1. Schematic map of scientific trawling (points) and coastal surveys (asterisk) in the Chukchi Sea in the summer-autumn period of 2010, 2018–2021

и пелагические тралы со вставкой из мелкоячеистой дели в кутцевой части (ячей 10 мм) для эффективного облова молоди рыб с продолжительностью тралений по 30 мин. При выполнении научных съёмок в 2003, 2007, 2008 гг. были использованы пелагические тралы, в прочие годы – донные. В целях выяснения возможностей рыболовства минтая в южной части моря, в начале сентября 2020 г. проведены также траления вышеуказанным пелагическим тралом (но без мелкоячеистой вставки) продолжительностью по 3 ч.

Помимо траловых сборов, 22–24 октября 2021 г. в рамках ежегодных исследований морских млекопитающих и мониторинга их традиционного промысла, осуществляемого представителями коренных малочисленных народов Севера, в бух. Натаканэльгын и у м. Нэттэн вблизи национального села Энурмино (арктическое побережье Чукотского АО) были обнаружены скопления минтая (рис. 1). Сбор материалов в этом случае осуществляли ставными сетями длиной 20 м и высотой стенки 2 м с шагом ячей 45 мм и с толщиной лески 0,5 мм на глубине 3–5 м. Полный биологический анализ проведён для 25 особей мин-

тая, ещё у 29 рыб проанализировано содержимое желудков.

В целом при описании биологии минтая использованы данные 11046 промеров длины тела, 2041 биологических анализов (полных или только со вскрытием) и 503 определений возраста. Для размерно-весовой характеристики у минтая измеряли длину тела по Смитту (FL) с точностью до 1 см и определяли общую массу тела. В большинстве рейсов минтая взвешивали на электронных весах Marel («Marel», Исландия), предназначенных для работы в условиях морской качки, с погрешностью 0,1 г. Возраст минтая определяли по отолитам в лабораторных условиях с использованием метода «break and burn», широко применяемого в исследованиях тресковых рыб [Буслов, 2005].

Распределение уловов минтая по данным траловых научных и промысловых орудий лова проводили в программе «Surfer». Вылов минтая в 2021 г. в рамках промышленного лова анализировали по материалам оперативной информации о промысле по данным суточных судовых донесений отраслевой системы мо-

ниторинга (ОСМ). Для доступа и первичной обработки использовали программу «FMS analyst» [Vasilets, 2015].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение. На протяжении 2018–2020 гг. при проведении донных траловых съёмок в западной части Чукотского моря минтай являлся одним из массовых видов рыб как по численности, так и по биомассе. Его промысловая биомасса изменялась от 32 тыс.

т в 2018 г. до 365–380 тыс. т в 2019–2020 гг. [Датский и др., 2022]. В то же время результаты однотипной съёмки, проведённой в 2010 г., говорят об обратном – минтай встречался крайне редко. Так, в сентябре 2010 г. в ходе выполнения экспедиционных работ обследована акватория юго-западной части Чукотского моря от Берингова пролива до вод, омывающих о. Врангеля, с глубинами 45–54 м. При этом только в одном трале на траверзе Берингова пролива зафиксирован один экземпляр минтая длиной 82 см и массой

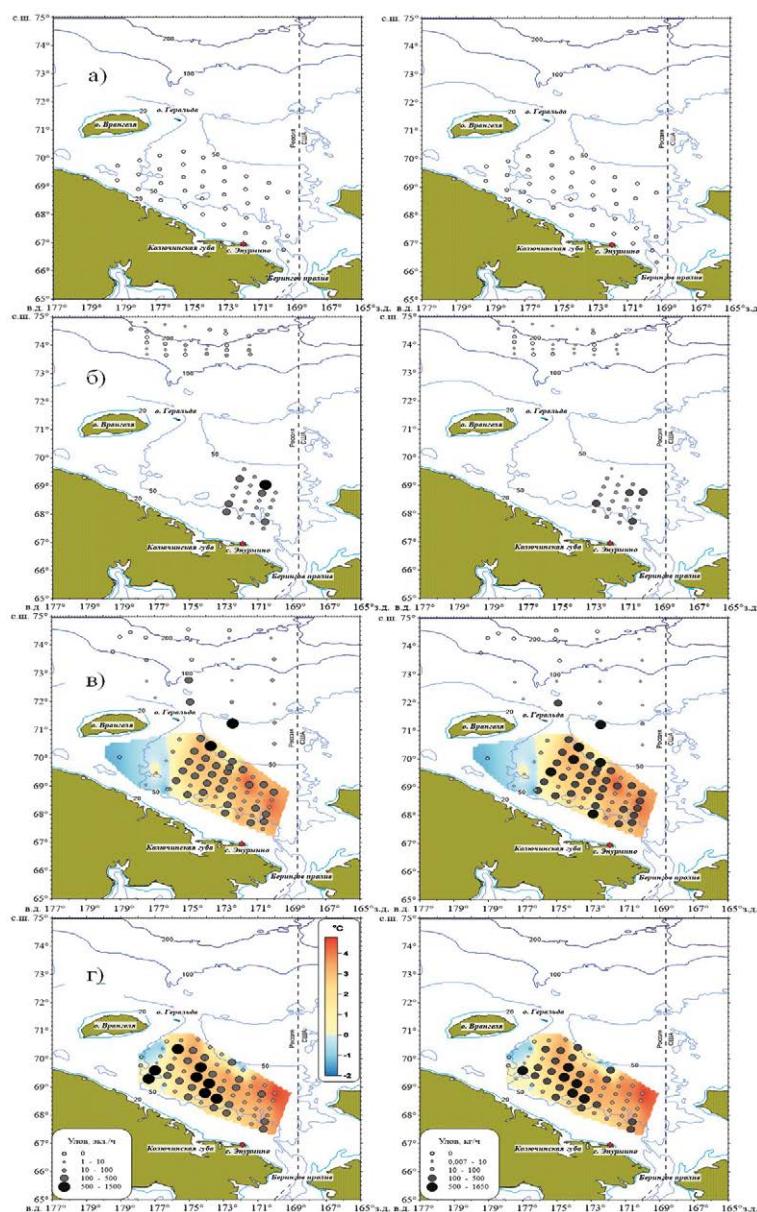


Рис. 2. Распределение уловов минтая (слева – численность, экз./час траления; справа – биомассы, кг/час траления) и температуры (°C) придонных вод в Чукотском море по данным донных траловых исследований в сентябре 2010 г. (а), августе–сентябре 2018 г. (б), августе 2019 г. (в) и августе 2020 г. (г)

Fig. 2. Distribution of walleye pollock catches (on the left, abundance, ind./hour of trawling; on the right, biomass, kg/hour of trawling) and temperature (°C) of bottom waters in the Chukchi Sea according to bottom trawl surveys in September 2010 (a), August September 2018 (б), August 2019 (в) and August 2020 (г)

4,9 кг. На всей оставшейся обследованной акватории данный вид в уловах трала отсутствовал (рис. 2 а). Более ранние исследования при изучении ихтиофауны Чукотского моря на основе всех существующих на тот момент материалов также не давали оснований для включения минтая в список промысловых рыб этого водоёма [Datsky, 2015].

По данным траловой съёмки в акватории Чукотского моря в августе – начале сентября 2018 г. выявлен рост численности и биомассы мигрирующего из Берингова моря минтая (рис. 2 б). В южной части моря средняя величина его улова на часовое траление составляла 110 экз. (70 кг), при максимальном значении 854 экз. (270 кг). Севернее, в районе с глубинами более 100 м, уловы рыб были существенно ниже: 6 экз. и 0,2 кг на часовое траление. В уловах отмечено преобладание особей длиной 51–64 см (50,2%).

Учётная съёмка в августе 2019 г. охватила большую площадь моря, нежели в 2018 г., затронув мелководную часть шельфа с глубинами 27–50 м и приславовую его часть с глубинами более 150 м. Это позволило получить более наглядное представление о распределении минтая в тёплый период года. Так, плотные скопления этот вид образовывал в северо-западной части южного полигона при средних уловах 145 экз. (180 кг) на часовое траление. На границе южного и северного полигонов, за пределами изобаты 50 м, зафиксированы два значительных улова минтая, величины которых находились в диапазоне 242–1438 экз. (289–1619 кг) на часовое траление (рис. 3). В пределах шельфа с глубинами около 100 м средние показатели численности и биомассы на часовое траление были почти в два раза ниже: 85 экз. (78 кг). В северной части моря над глубинами более 100 м минтай практически не встречался либо его уловы были единичны – 2–8 экз. (0,01–0,12 кг) на час траления (рис. 2 в). Основу скоплений рыб,

как и в 2018 г., составляли особи длиной 51–65 см (72,2%).

В августе 2020 г. траления выполнялись лишь в южной части Чукотского моря, где минтай отмечался на большей её акватории, за исключением трёх тралений, расположенных на о. Врангеля. При этом рыбы распределялись неравномерно: восточнее 173° з. д. средний улов минтая составлял 75 экз. (69 кг) на часовое траление, в то время как западнее 173° з. д. он формировал более плотные скопления – 262 экз. (256 кг). Максимальный улов вида на всей исследованной акватории достигал 1314 экз. (1369 кг) на час траления и был получен примерно в центральной её части. Несмотря на ограниченность исследований по площади, результаты 2020 г. указывают на расположение более плотных концентраций рыб на глубинах более 50 м. При приближении к Берингову проливу плотность скоплений минтая снижалась, что, скорее всего, связано с избеганием рыб придонных температур от +3 °C и выше (рис. 2 г). Как и в прошлые годы, доминировали особи длиной тела 51–63 см (61,8%).

Распределение различных размерных групп минтая, несмотря на значительное сходство, имело некоторые особенности (рис. 4). Так, по данным 2019 г. молодь длиной менее 20 см локализовалась дальше от берега и несколько северо-восточнее, нежели рыбы размером более 45 см. При этом рекрутты практически не встречались в тралениях, приближенных к береговой черте Чукотского полуострова и о. Врангеля. Практически та же картина наблюдалась и в 2020 г., но различия в распределении были менее выражены.

Резюмируя полученные результаты о распределении уловов минтая в российских водах Чукотского моря в 2018–2020 гг., можно говорить о его плотных концентрациях лишь в южной части шельфа с глубинами 40–80 м, расположенной от Берингова пролива и до островов Врангеля и Геральда. В северной части



Рис. 3. Проведение траловой съёмки НИС «Профessor Леванидов» в юго-западной части Чукотского моря в августе 2019 г.: а – работа траловой бригады, б – улов минтая на палубе (около 1 т на получасовое траление)

Fig. 3. Conducting a trawl survey of the R/V «Professor Levanidov» in the southwestern part of the Chukchi Sea in August 2019: а – work of the trawl team, б – walleye pollock catch on deck (about 1 ton for a half-hour trawl)

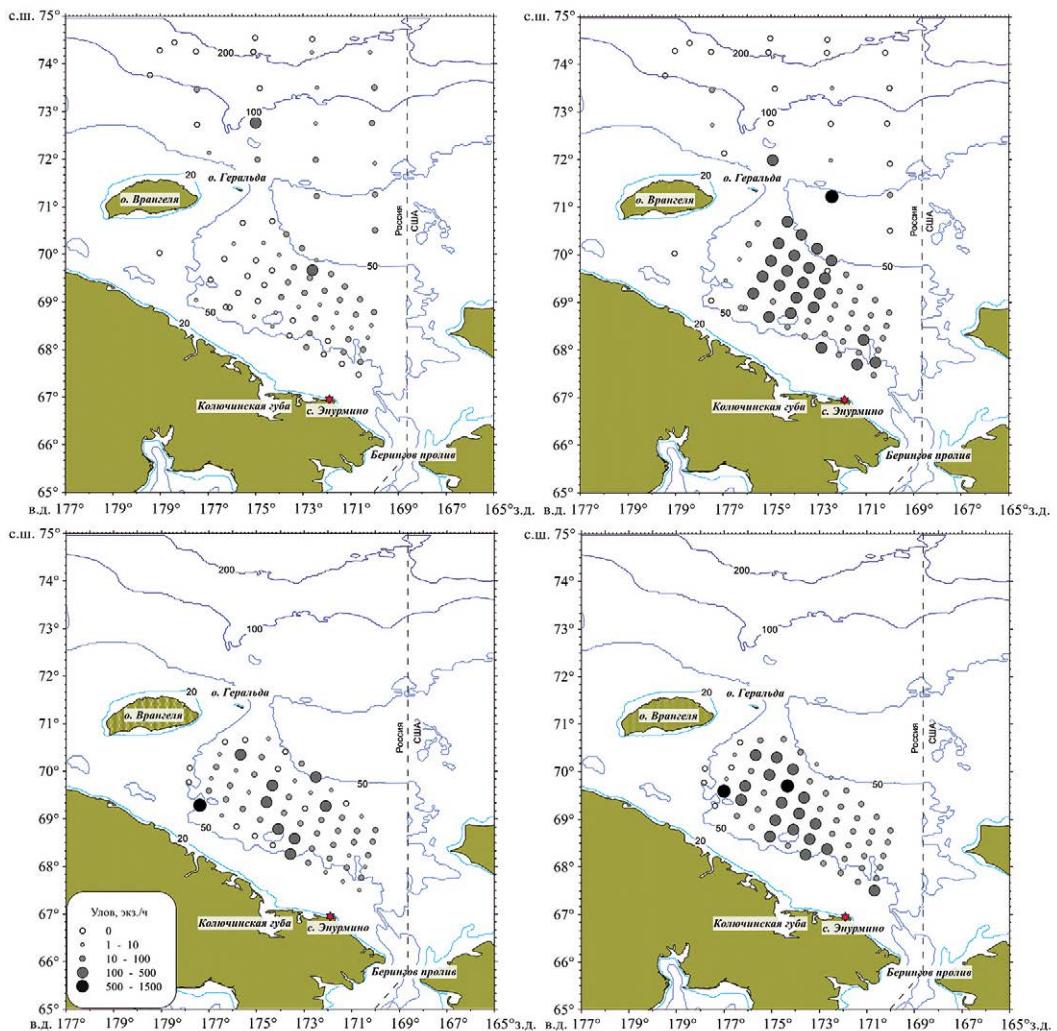


Рис. 4. Распределение минтая (экз./час траления) в Чукотском море (слева – молодь минтая длиной менее 20 см, справа – крупный минтай длиной более 45 см) по данным траловых исследований в 2019 (рис. вверху) и 2020 (внизу) гг.

Fig. 4. Distribution of walleye pollock (ind./hour of trawling) in the Chukchi Sea (on the left – juvenile pollock less than 20 cm long, on the right – large pollock more than 45 cm long) according to the data of trawl surveys in 2019 (figures above) and 2020 (bottom)

моря, в пределах внешней части шельфовой зоны и присваловой части материка, данный вид встречался в незначительных количествах. Помимо этого, он в распространении тяготел к водным придонным массам с положительной температурой 1,5–2,5 °C, образованных смешением холодных арктических и тёплых берингоморских вод [Виркетис, 1952; Думанская, 2017], избегая при этом более холодных и тёплых вод (рис. 2 в, г). Вполне очевидно, что появление промысловых скоплений минтая в юго-западной части Чукотского моря в конце 2010-х гг., наряду с формированием температурного оптимума для него на фоне общего потепления в этой части моря, является следствием благоприятной кормовой базы, способствующей на гульным миграциям рыб в эту акваторию [Кузнецова, Горбатенко, 2021].

По мнению российских и зарубежных исследователей [Matsuno et al., 2011; Ershova et al., 2015], за период с 1945 по 2015 гг. произошло значительное увеличение биомассы зоопланктона в южной части Чукотского моря за счёт высокой численности кopepod *Calanus glacialis* Jaschнов, 1955, поступающих с тихоокеанскими водами в летние месяцы. Наблюдалась также тенденция смещения тихоокеанских видов на север моря и их раннее развитие. В связи с потеплением климата и освобождением от льда большей части акватории в летний период, усилилось влияние тихоокеанской фауны в пределах Чукотского региона. Подавляющий объём биомассы зоопланктона, транспортируемого в Арктику из северной части Тихого океана, остаётся в границах протяжённого мелководного шельфа Чукотского моря и становится пищей

для рыб, птиц, морских млекопитающих и донных сообществ. Также в распределении видов зоопланктона, имеющих пищевую ценность, прослеживалась приуроченность повышенных скоплений к районам, находящимся под влиянием более продуктивных беринговоморских вод, которые обогащали фауну и улучшали кормовые условия Чукотского моря [Слабинский, Фигуркин, 2014]. При этом большие объёмы биомассы зоопланктона в акватории моря, как правило, наблюдаются в его южной части, в водах тихоокеанского происхождения и не столь значительные – в водах, поступающих из Арктического бассейна [Касьян, Чавтур, 2017].

Именно в южной части Чукотского моря и отмечены концентрации половозрелого минтая, потребляющего, помимо зоопланктона, рыбные и бентосные организмы. Среди последних формирующие здесь значимые скопления представители ихтиофауны (сайка, молодь минтая и пятнистый лептоклин *Leptoclinus maculatus* (Fries 1838)) и бентоса (креветки Caridea, личинки краба-стригана опилио *Chionocetes opilio* (O. Fabricius, 1788)), доля которых в рационе минтая в 2019 г. достигала 66 и 15%, соответственно [Кузнецова, Горбатенко, 2021]. Высокая интенсивность питания минтая (а также сайки, ещё одного многочисленного вида), указывает на достаточную обеспеченность пищей чукотского шельфа.

Помимо выявления скоплений минтая длиной более 49 см на шельфе с глубинами 40–80 м, отмечено присутствие таких рыб и у берега, на глубинах менее 5 м. Сначала штучно выброшенный волнами минтай был обнаружен в трёх местах на песчаном берегу бух. Нэттээнисын 22 октября 2021 г. Далее 23–24 октября на северо-востоке бух. Натаканэльгиын он был замечен скоплениями плотностью 5–7 экз. на 2 м², плавающий у скалистого берега на расстоянии 5–15 м от него в метре от поверхности. Причём, согласно сведениям жителей села Энурмино, данный вид морских рыб ранее никогда здесь не встречался. Также по опросным данным, в 2021 г. в близлежащих национальных сёлах Нешкан (в 40 км на запад от Энурмино) и Инчуон (в 100 км на восток) при осуществлении любительского и традиционного рыболовства минтай не попадался. Хотя в последнем селе осенью 2018 г. отдельные рыбаки, вероятно, отмечали единичные поимки крупных рыб этого вида в сети. Отметим, что нахождение скоплений минтая у села Энурмино вполне объяснимо, т. к. к северу от национального поселения трааловыми исследованиями как раз и фиксировались его повышенные уловы (рис. 2 в-г).

Одной из возможных причин появления минтая в мелководных участках бух. Натаканэльгиын мож-

но считать хищничество морских млекопитающих [Слепцов, 1955; Гептнер, 1976; Мельников, 2001; Литовка, 2020], среди которых доминируют кольчатая нерпа (акиба) *Pusa hispida* Schreber, 1775 и белуха *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776), а также горбатый кит *Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781. Так, в сентябре-октябре 2021 г. в бух. Нэттээнисын и прилегающих водах было подсчитано около 100 акиб, 44 белухи и 20 горбачей, а летом этого же года, во время нерестового хода лососевых, морские зверобои констатировали присутствие несколько десятков пёстрых нерп *Phoca largha* Pallas, 1811 и отдельных особей сивуча *Eumetopias jubatus* Schreber, 1776. Все эти морские млекопитающие с удовольствием потребляют рыбные объекты, включая минтая, при этом последний является важнейшим потенциальным объектом питания белух [Литовка и др., 2020].

В указанной выше бух. и вокруг мыса Нэттэн 22–24 октября 2021 г. наблюдали несколько групп белух по 10–30 особей, которые и могли загнать под берег минтая. Подтверждением версии нахождения этого вида на мелководье посредством действий морских млекопитающих можно считать и тот факт, что из просмотренных у 54 рыб желудков 49 были пустыми, т. е. минтай здесь не питался и с большей долей вероятности сам служил кормом для хищников. Подобный стиль охоты за рыбными объектами характерен для белух, в частности в Анадырском лимане, когда в конце июля – начале августа они группами охотятся за мигрирующей на нерест кетой [Литовка, 2020].

В целом, появление в 2018–2020 гг. в западной части Чукотского моря значительных ресурсов половозрелого минтая, который ранее здесь практически не отмечался, явилось следствием климатических и океанологических изменений в Беринговом и Чукотском морях [Baker et al., 2020; Basyuk, Zuenko, 2020; Danielson et al., 2020; Плотников и др., 2020; Siddon et al., 2020; Carvalho et al., 2021]. Общее потепление воздуха и морских вод, снижение площади морского льда, сокращение сроков его таяния, изменение циркуляций течений, состава и доступности кормовой базы способствовали перераспределению части скоплений минтая в северную часть Берингова моря с последующим их выходом в юго-западную часть Чукотского моря через Берингов пролив [Слабинский, Фигуркин, 2014; Eisner et al., 2020; Nishio et al., 2020; Кузнецова, Горбатенко, 2021; Baker, 2021; Orlov et al., 2021]. В конечном итоге изменение климата последнего десятилетия привело к значительным перестройкам в морских экосистемах, включая рыбные сообщества, что отразилось на распределении и численности многих рыб, включая минтая.

Особенности биологии. До начала 2000-х гг. информация о биологии минтая в акватории Чукотского моря практически отсутствовала. Эпизодические материалы свидетельствовали о присутствии в юго-западной части моря незначительного количества молоди (преимущественно сеголетки), которая попадала сюда посредством тёплых течений через Берингов пролив из Берингова моря, где находятся основные нерестилища и нагульные акватории группировок этого вида [Wolotira et al., 1977; Шунтов и др., 1993; Степаненко, 1997; Степаненко, Грицай, 2016, 2018]. Климатические изменения в 2000–2010-х гг. (особенно значительные в 2017–2019 гг.) привели к перераспределению минтая: его более низкая численность по сравнению с историческими средними показателями отмечена в южных районах шельфа Берингова моря с одновременным увеличением численности половозрелых особей на севере моря [Eisner et al., 2020; Baker, 2021]. Адаптация минтая к меняющимся условиям среды вкупе с поисками более доступной кормовой базы, по-видимому, и привели к миграциям части этих рыб на шельф Чукотского моря, о чём и свидетельствуют наши данные (рис. 2, 5).

Так, в 2003 г. получены первые сведения о нахождении в районе чукотского шельфа особей минтая длиной более 40 см, среди которых преобладали рыбы 50–60 см (58,7% всех уловов) в возрасте 7–10 лет (рис. 5). В 2007–2008 гг. в траловых уловах, за редким исключением, обнаружены особи длиной 7–14 см с некоторым доминированием годовалых рыб. В 2018–2020 гг. в уловах опять появился половозрелый минтай с преобладанием рыб размером 50–65 см: в разные годы их доля составляла 52,8–74,4%. Его возраст находился в пределах 1–16 лет с превалированием 8–10-годовалых особей поколений 2007–2012 гг. Учитывая небольшие глубины района исследований, размерно-возрастные характеристики минтая, пойманного у дна и в толще воды, имели значительное сходство, за исключением меньшего количества молоди и сверхкрупных особей длиной более 65 см в возрасте 13–15 лет в уловах пелагических тралов. Полученные данные по появлению половозрелого минтая в определённые годы в пределах чукотского шельфа согласуются с материалами, свидетельствующими о чередовании тёплых (2002–2005, 2014–2019 гг.) и холодных (2006–2013 гг.) лет [Andrews et al., 2016; Baker et al., 2020; Danielson et al., 2020; Yasumiishi et al., 2020; Baker, 2021].

В октябре 2021 г. траловые съёмы не выполнялись, однако в районе м. Энурмино в бух. Натакан-эльгиын в пределах глубин 3–5 м жаберными сетями отмечены поимки особей минтая, длина, масса

и возраст которых находились в диапазоне 49–65 см, 830–1910 г и 5–14 лет (рис. 6). Основу промеренных рыб (80% всех уловов) представляли особи длиной 51–59 см (возраст 8–11 лет). Эти данные дополнили результаты исследований 2018–2020 гг.: помимо подтверждения факта продолжающегося присутствия крупноразмерного минтая в юго-западной части Чукотского моря, было показано, что его распространение не ограничивается глубинами более 25 м и может простираться в пределах мелководного шельфа арктического побережья Чукотского полуострова практически до приливно-отливной зоны.

В целом за весь период исследований в российских водах Чукотского моря отмечено доминирование рыб длиной 9–14 и 50–65 см в возрасте 2, 8–12 лет, доля которых превышала 82% (рис. 7). Отличительной особенностью нагуливающегося здесь минтая явилось практически полное отсутствие особей размером 22–45 см. В то же время в прилегающей к чукотскому шельфу акватории северо-западной части Берингова моря эти рыбы составляли ≥ 69% всех уловов, а старшевозрастной минтай, наоборот, отмечался в минимальных количествах (рис. 7 в). Отметим, что осреднённый размерно-возрастной состав рыб в пелагии и у дна в пределах чукотского шельфа различался незначительно: лишь во втором биотопе отмечена повышенная доля годовалых особей и рыб в возрасте 8–9 лет (рис. 7 а, б). В смежном Беринговом море распределение минтая в толще воды существенно отличалось: в пелагии доминировали рыбы длиной 25–40 см с модой 33–35 см в возрасте 2–4 года, у дна минтай сосредоточивался более равномерно с увеличенным присутствием особей размером 9–18 и 37–43 см, соответственно, в возрасте 2–3 и 5–6 лет. Объяснение этому видится в физико-географических особенностях северо-западной части Берингова моря, где, наряду с обширным мелководным Анадырским заливом (сходным с чукотским шельфом) имеется свал глубин южнее м. Наварин, благоприятный для нагула среднеразмерного минтая.

Неполовозрелые особи в траловых уловах на шельфе Чукотского моря имели длину 7,5–24,0 см и массу тела 1–100 г. Среди половозрелых рыб самки были крупнее самцов: 25,3–82,0 см, масса – 106–4950 г. Самцы длиной 25,0–76,1 см и массой 97–2506 г встречались в меньших количествах (в 2–3 раза), чем самки (табл. 1). Большие размеры самок и преобладание их среди старшевозрастного минтая характерны для вида в целом, что подтверждают данные из других районов обитания рыб [Шунтов и др., 1993; Датский, 2016]. Зависимость массы (W , г) минтая от длины (FL , см) в районе исследований

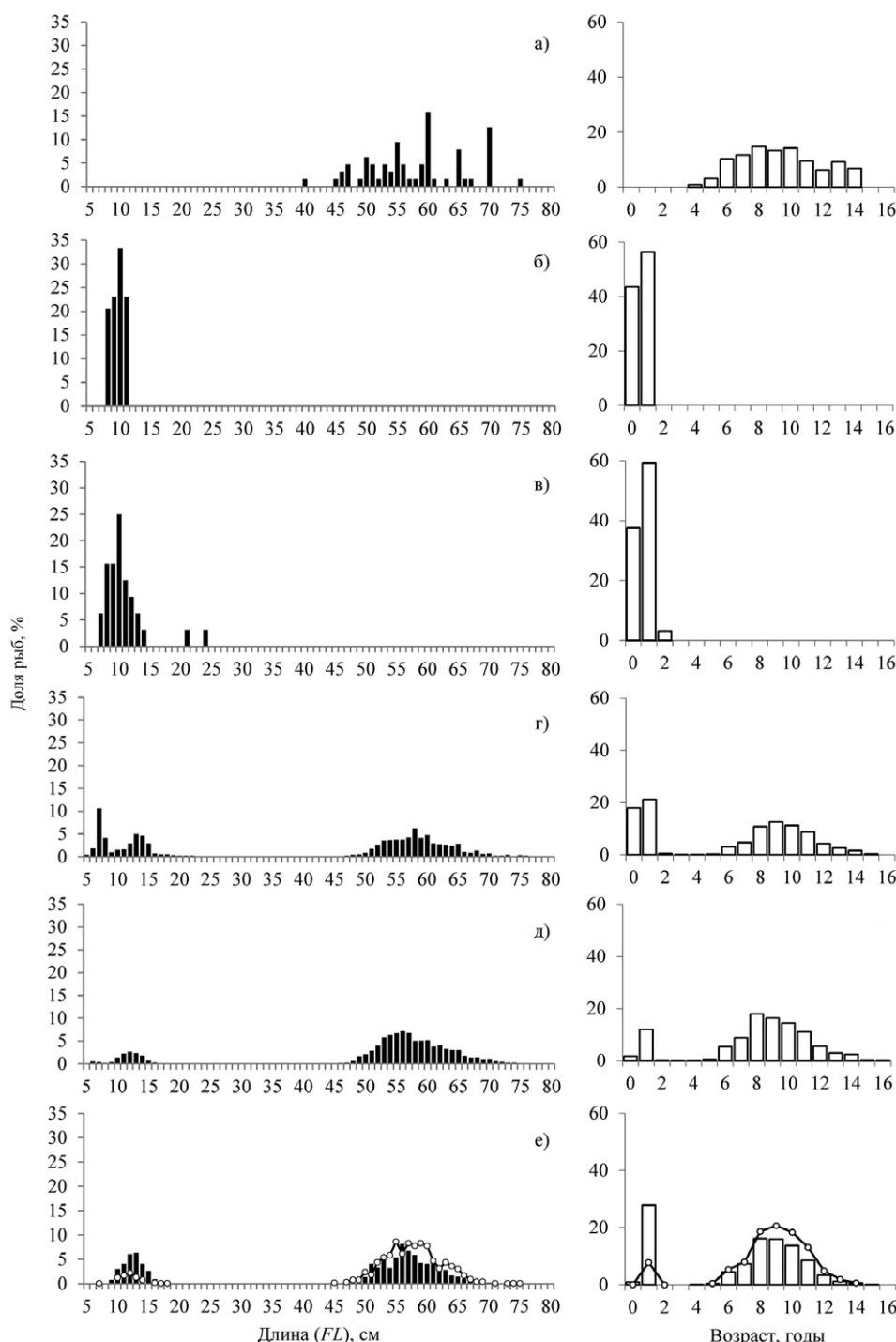


Рис. 5. Размерный и возрастной состав минтая в траловых уловах в российских водах Чукотского моря: а – август 2003 г. ($FL_{cp.} = 57,9$ см, средний возраст 9,4 года, $n = 63$ экз.); б – август 2007 г. ($FL_{cp.} = 9,6$ см; $t_{cp.} = 0,6$ года; $n = 39$ экз.); в – сентябрь 2008 г. ($FL_{cp.} = 10,8$ см; $t_{cp.} = 0,7$ года; $n = 32$ экз.); г – сентябрь 2018 г. ($FL_{cp.} = 39,8$ см; $t_{cp.} = 6,0$ года; $n = 944$ экз.); д – август 2019 г. ($FL_{cp.} = 51,6$ см; $t_{cp.} = 8,1$ года; $n = 3957$ экз.); е – август–сентябрь 2020 г.: (■) и (□) – донные научные траления ($FL_{cp.} = 43,4$ см; $t_{cp.} = 6,7$ года; $n = 5080$ экз.), (–○–) – пелагические промысловые траления ($FL_{cp.} = 54,1$ см; $t_{cp.} = 8,5$ года; $n = 886$ экз.).

Fig. 5. Size and age composition of walleye pollock in trawl catches in the Russian waters of the Chukchi Sea: a – August 2003 ($FL_{av.} = 57,9$ cm, mean age 9,4 years, $n = 63$ ind.); б – August 2007 ($FL_{av.} = 9,6$ cm; $t_{av.} = 0,6$ years; $n = 39$ ind.); в – September 2008 ($FL_{av.} = 10,8$ cm; $t_{av.} = 0,7$ years; $n = 32$ ind.); г – September 2018 ($FL_{av.} = 39,8$ cm; $t_{av.} = 6,0$ years; $n = 944$ ind.); д – August 2019 ($FL_{av.} = 51,6$ cm; $t_{av.} = 8,1$ years; $n = 3957$ ind.); е – August–September 2020: (■) and (□) – bottom scientific trawls ($FL_{av.} = 43,4$ cm; $t_{av.} = 6,7$ years; $n = 5080$ ind.), (–○–) – pelagic commercial trawls ($FL_{av.} = 54,1$ cm; $t_{av.} = 8,5$ years old; $n = 886$ ind.).

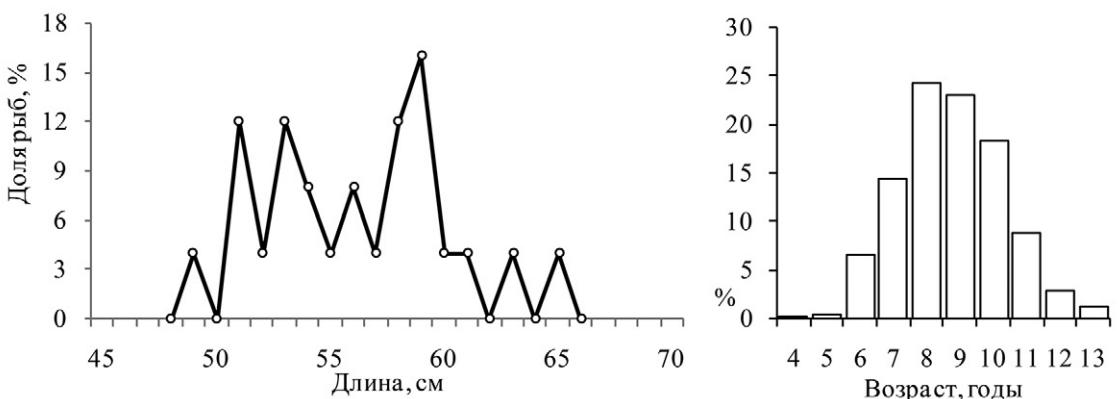


Рис. 6. Размерный и возрастной состав минтая ($FL_{cp} = 56,2$ см; $t_{cp} = 8,7$ года; $n = 25$ экз.) в уловах жаберных сетей в бух. Натаканэльгиын Чукотского моря в октябре 2021 г.

Fig. 6. Size and age composition of walleye pollock ($FL_{av} = 56,2$ cm; $t_{av} = 8,7$ years; $n = 25$ ind.) in gillnet catches in Natakanelgyn Bay of the Chukchi Sea in October 2021

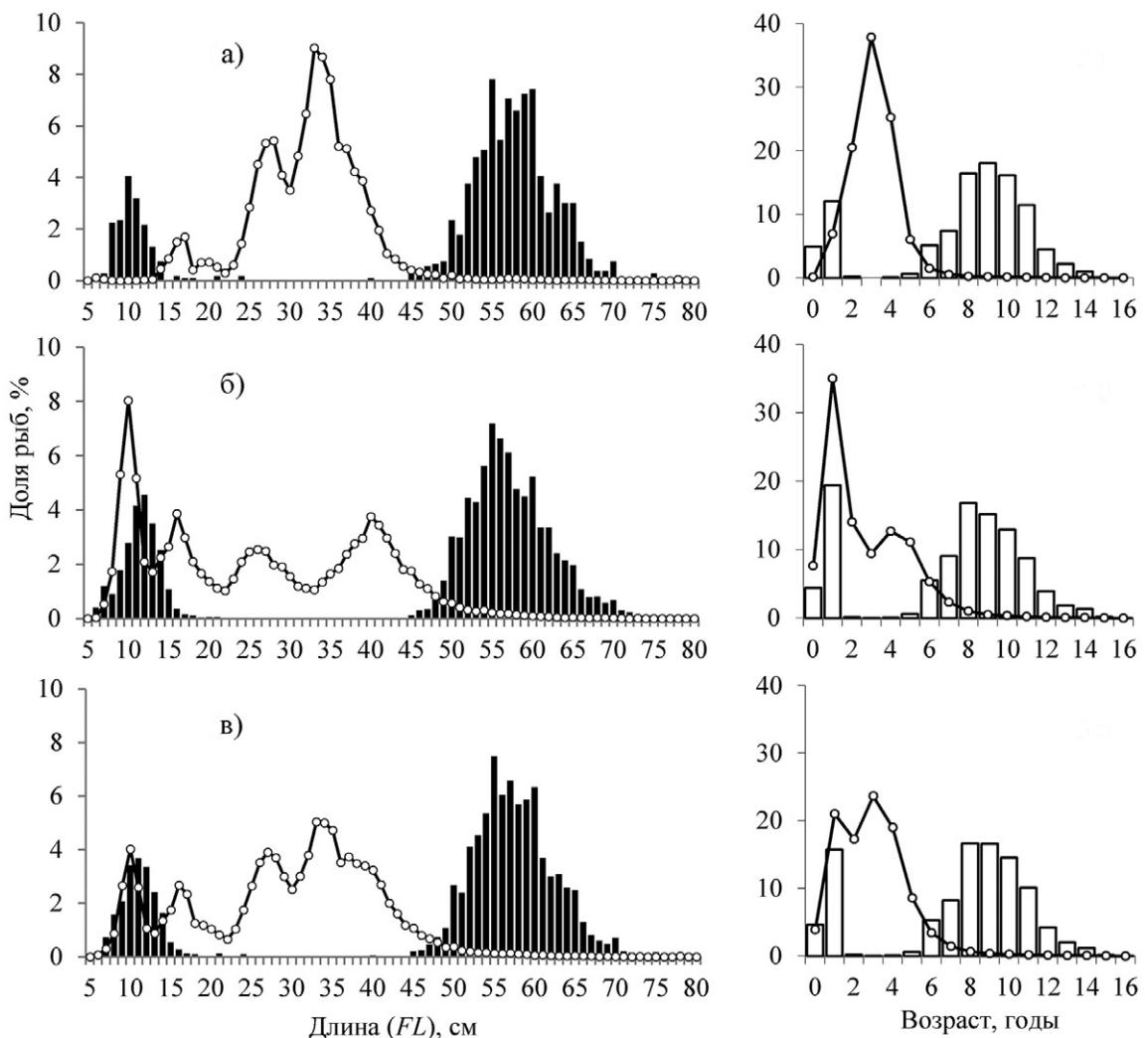


Рис. 7. Размерный и возрастной состав минтая в совокупных выборках из пелагических (а), донных (б) и смешанных (в) траловых уловов в российских водах Чукотского (■) и Берингова (□) морей в 1996–2020 гг.

Fig. 7. Size and age composition of walleye pollock in aggregate samples from pelagic (a), bottom (b) and mixed (c) trawl catches in Russian waters of the Chukchi (■) and Bering (□) seas in 1996–2020

Таблица 1. Длина, масса и соотношение полов у минтая в западной части Чукотского моря
Table 1. Length, weight and sex ratio of walleye pollock in the western part of the Chukchi Sea

Сроки работ (месяц, год)		08.2007	09.2008	09.2010	08–09.2018	08.2019	08–09.2020
Число рыб, экз.		40	3	1	174	391	905
Длина, см	Ювенильные	<i>M</i>	9,2	22,5	—	17,8	—
		min-max	7,5–11,1	21,0–24,0	—	10,0–23,8	—
	Самки	<i>M</i>	75,0	72,0	82,0	56,7	60,5
		min-max	—	—	—	25,3–73,5	47,0–80,0
	Самцы	<i>M</i>	—	—	—	55,8	57,8
		min-max	—	—	—	25,0–65,2	45,0–76,1
	Оба пола	<i>M</i>	75,0	72,0	82,0	56,5	59,8
		min-max	—	—	—	25,0–73,5	45,0–80,0
	Ювенильные	<i>M</i>	4,4	80,0	—	37,3	—
		min-max	1–8	60–100	—	6–97	—
Масса, г	Самки	<i>M</i>	2914	2132	4950	1403	1522
		min-max	—	—	—	106–3030	120–3295
	Самцы	<i>M</i>	—	—	—	1292	1381
		min-max	—	—	—	97–1950	695–2100
	Оба пола	<i>M</i>	2914	2132	4950	1370	1486
		min-max	—	—	—	97–3030	120–3295
	Соотношение самки: самцы	—	—	—	2,3 : 1,0	2,9 : 1,0	2,0 : 1,0

хорошо описывается уравнением $W = 0,004FL^{3,1335}$ ($r = 0,99$; $n = 606$ экз.).

В 2018–2019 гг. наибольшие приросты длины тела рыб на шельфе моря отмечались на 2-, 3-м годах жизни: соответственно по 8,0 и 3,9 см в год. Также довольно высокие темпы линейного роста отмечены на 8-м году жизни (3,7–4,8 см), далее снижаясь у сверхкрупных рыб длиной > 70 см в возрасте 13 лет и старше. Прирост по массе максимальен у 8- и 10–11-годовалых особей: соответственно, по 240–250 и 237–521 г (табл. 2).

Результаты в целом подтверждают жизненную стратегию минтая, когда в первые два-три года для особей характерен наибольший линейный прирост с постепенным его снижением к семи годам. Это связано с периодом полового созревания, когда значительная часть энергии расходуется не на рост, как в первые три года жизни, а на созревание половых продуктов. В возрасте 8–9 лет спектр питания минтая значительно меняется, он переходит на питание преимущественно рыбными объектами, что, несомненно, способствует увеличению его линейного и весового прироста. При приближении к предельному возрасту все функции организма вида начинают работать для поддержания необходимого обмена веществ [Датский,

2016], при этом в пределах своего ареала минтай может достигать длины 91 см, массы 5,2 кг и возраста 28 лет [Eschmeyer et al., 1983; Munk, 2001; Датский, 2016]. Отметим также, что минтай, пойманный на шельфе Чукотского моря, по сравнению с рыбами северо-западной части Берингова моря, в возрасте менее 13 лет имел меньший темп прироста длины [Датский и др., 2022], что, вероятно, свидетельствует о менее благоприятных для него условиях обитания на северной периферии ареала.

Промысел. Установление ОДУ минтая в Чукотском море позволило Росрыболовству в мае 2021 г. провести аукцион по продаже долей квот вылова этого вида в данном водоёме. Уже в августе специализированный траловый промысел был впервые организован: согласно данным системы мониторинга добыча минтая осуществлялась в юго-западной части моря в период с 20 августа по 15 октября (57 суток) двумя судами – СРТМ «Мыс Орлова» и БМРТ «Юго-Восток», оснащёнными разноглубинными тралами (рис. 8).

Среднетоннажное судно приступило к промыслу минтая 20 августа и в течение 20 суток выполнило 55 тралений в районе со средними координатами $68^{\circ}20'–69^{\circ}30'$ с. ш. и $171^{\circ}00'–175^{\circ}00'$ з. д. на глуби-

Таблица 2. Длина и масса минтая разного возраста в западной части Чукотского моря по данным 2018–2019 гг.

Table 2. Length and weight of walleye pollock of different ages in the western part of the Chukchi Sea according to 2018–2019 data

Возраст, годы	2018 г.					2019 г.				
	Длина, см		Масса, г		Число рыб, экз.	Длина, см		Масса, г		Число рыб, экз.
	M	min-max	M	min-max		M	min-max	M	min-max	
1	10,7	10–11	7	6–8	7	–	–	–	–	–
2	18,7	15–24	41	16–88	33	–	–	–	–	–
3	22,6	18–31	78	32–169	18	–	–	–	–	–
4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	48,0	47–49	670	625–715	2
7	53,4	53–54	1128	1036–1220	2	50,8	48–54	939	692–1170	21
8	54,7	51–58	1215	886–1550	6	53,7	47–58	1068	695–1380	49
9	59,5	55–66	1467	1074–2026	20	57,4	51–62	1310	915–2100	75
10	60,1	55–65	1461	948–1920	19	59,9	52–66	1513	1085–2060	87
11	63,9	60–74	1982	1311–3030	8	63,4	55–70	1750	1200–2450	74
12	66,0	62–69	2311	1950–2613	4	66,4	59–72	1984	1440–2930	28
13	–	–	–	–	–	70,2	65–78	2155	1510–2835	12
14	–	–	–	–	–	71,9	67–80	2339	1730–3295	9
15	–	–	–	–	–	74,0	–	2135	–	1

нах 50–54 м. Суточный вылов изменялся от 2,6 до 69,0 т при средней величине 24,7 т. Далее промысловое судно продолжило промысел южнее на траверзе Колючинской губы и с. Энурмино. В течение 23 суток СРТМ «Мыс Орлова» выполнил в этом районе 53 траления над изобатами 47–51 м. Вылов минтая на судо-сутки на данном участке составлял 6,7–73,2 т, при среднем значении – 45,2 т, что практически в два раза выше уловов в северной акватории (рис. 8 а).

Крупнотоннажное судно приступило к промыслу в первой декаде сентября, выполнив 7 тралений над глубинами 50 м (рис. 8 б). При этом вылов минтая на судо-сутки был незначительным – 1,3–11,2 т. С 10 сентября БМРТ «Юго-Восток» сместился совместно с СРТМ «Мыс Орлова» в южном направлении в район с меньшими изобатами (39–50 м) и продолжил промысел на траверзе Колючинской губы и населенного пункта Энурмино. Как и у среднетоннажного судна, суточные уловы существенно увеличились: в течение 39 суток они изменялись от 8,5 до 136,5 т при среднем значении 65,5 т.

Динамика уловов на промысле минтая в Чукотском море обоими типами судов имела волнобразный характер с тремя выраженными максимумами (рис. 9). До начала первой декады сентября (03.09) вылов вида постепенно увеличивался до 75,3 т на су-

до-сутки, несмотря на то что на промысле было задействовано только одно среднетоннажное судно. Далее с 4 по 13 сентября наблюдалось снижение суточного улова – в среднем добывалось 21,5 т минтая. С 14 по 20 сентября отмечено очередное увеличение уловов до 120,8 т в сутки, что объясняется включением в промысел крупнотоннажной единицы флота. В начале третьей декады сентября вылов минтая двумя судами продолжил рост, и к середине первой декады октября достиг максимального значения за рассматриваемый период – 171,6 т. В дальнейшем наметилось постепенное снижение уловов до 15 октября, когда выделенные объемы квот в рамках промышленного лова судами были выбраны, и промысел минтая завершился.

За весь период промысла минтая в российских водах Чукотского моря среднетоннажным судном поймано 1,546 тыс. т этой рыбы, крупнотоннажным – 2,588 тыс. т. Общий вылов минтая обоими судами составил 4,134 тыс. т или 11,1% от установленного на 2021 г. ОДУ в объеме 37,2 тыс. т. Промысловая обстановка на момент окончания лова была удовлетворительная, судовладелец предполагал и дальше осуществлять добычу, но организационные проблемы не позволили продолжить освоение утвержденных промышленных квот.

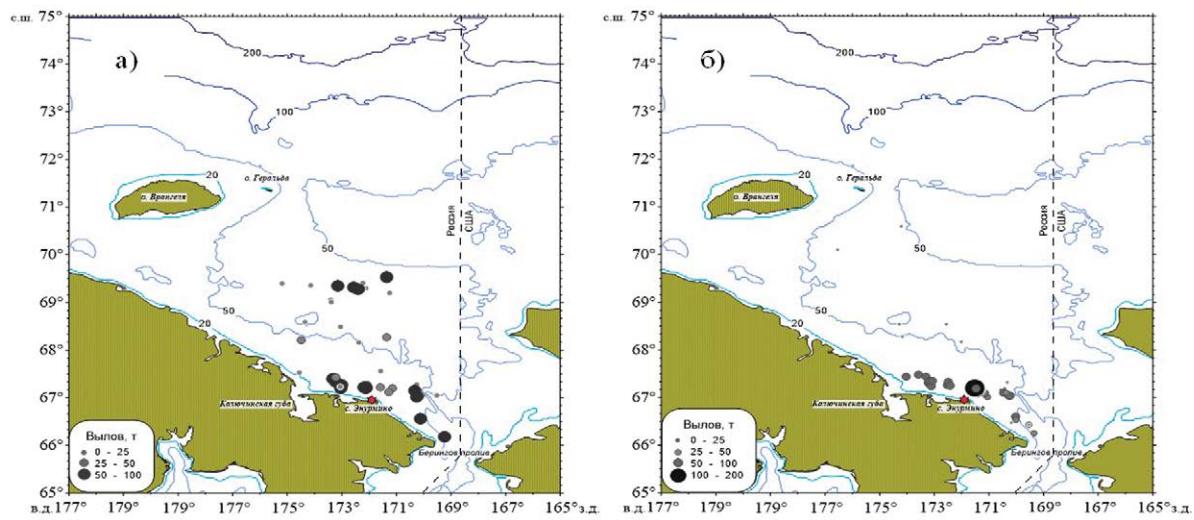


Рис. 8. Распределение промысловых уловов (т/судосутки) минтая среднетоннажным (а) и крупнотоннажным (б) флотом в Чукотском море в августе-октябре 2021 г.

Fig. 8. Distribution of commercial catches (t/day) of walleye pollock by medium-tonnage (a) and large-tonnage (b) fleets in the Chukchi Sea in August-October 2021

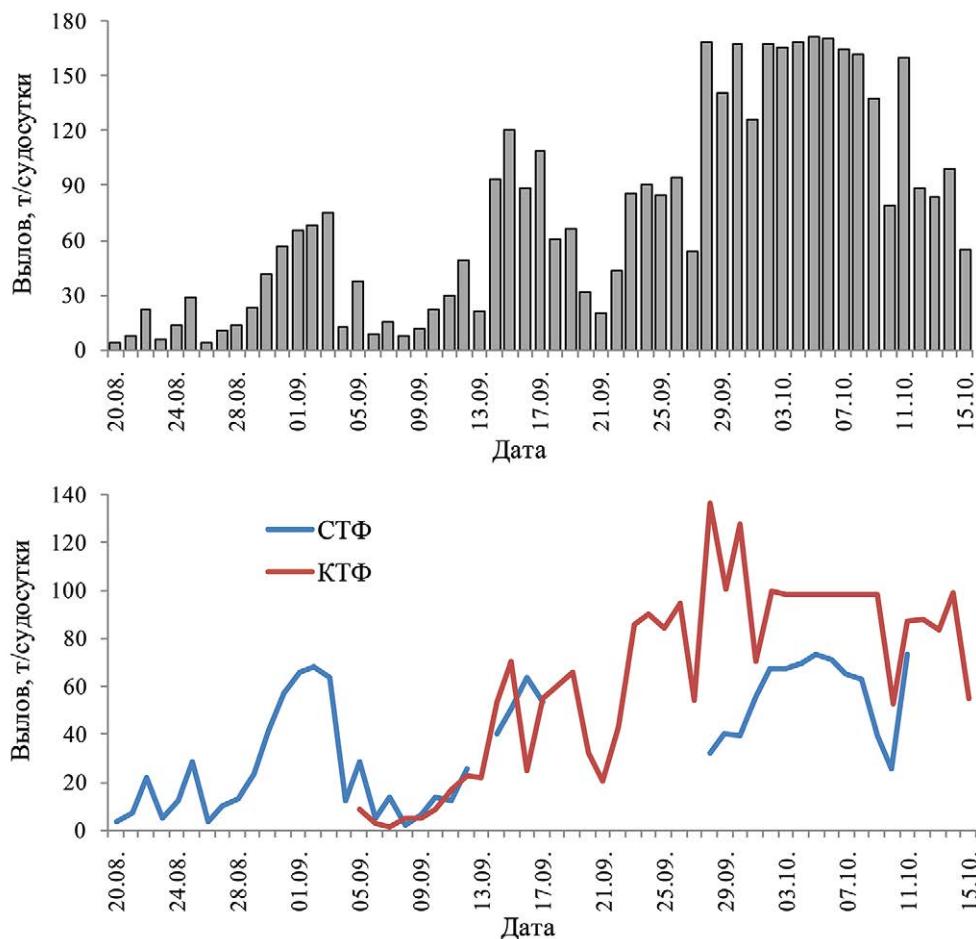


Рис. 9. Динамика промысловых уловов (т/судосутки) минтая в Чукотском море с 20 августа по 15 октября 2021 г.: а – суммарные уловы, б – уловы по типам судов

Fig. 9. Dynamics of commercial catches (tons/day) of walleye pollock in the Chukchi Sea from August 20 to October 15, 2021: a – total catches, b – catches by types of vessels

Помимо промышленного лова, 22–24 октября 2021 г. в бух. Натаканэльгин у м. Нэттэн вблизи национального села Энурмино на глубинах 3–5 м также осуществлялся лов минтая местными жителями (рис. 10). Район такого лова находился в непосредственной близости от мест наибольшей локализации работавших в этой части моря в сентябре рыбопромысловых судов (рис. 8), вследствие чего можно сделать вывод о присутствии рыб на значительной части чукотского шельфа вплоть до приливно-отливной зоны. Непосредственно с охотничьей наблюдатель-

ной площадки, обустроенной на скалистом берегу, 22 октября была сделана попытка поймать минтая на спиннинг, оснащённый катушкой с леской 0,4 мм, одной разноцветной металлической блесной длиной 110 мм с крючком-тройником с расстоянием между цевьем и жалом 25 мм. В результате было поймано всего несколько экземпляров. Далее 23–24 октября добывчу минтая осуществляли ставными сетями длиной 20 м и высотой стенки 2 м с шагом ячей 45 мм и с толщиной лески 0,5 мм. Именно 23 октября по одной из сетей определили улов на усилие и его состав.

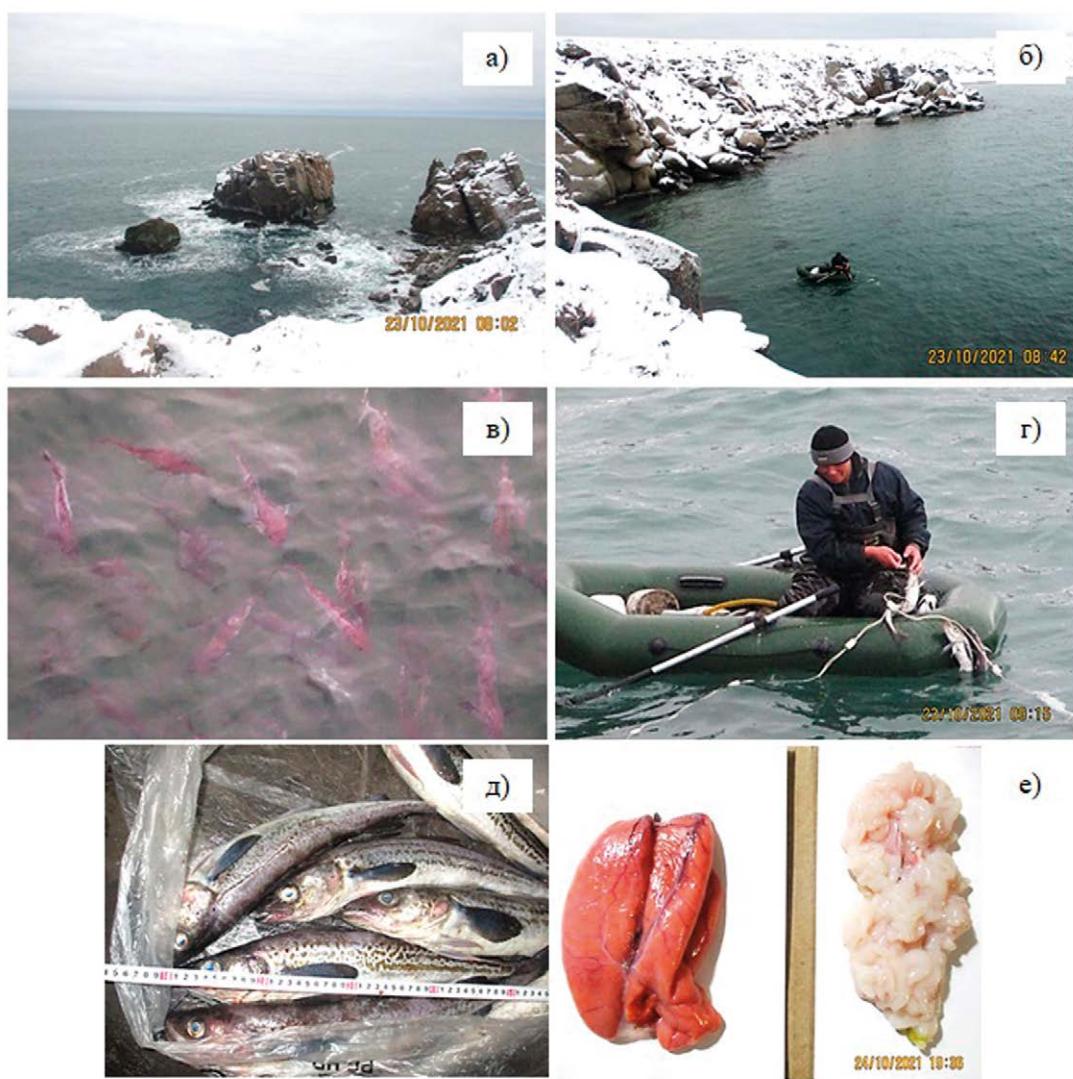


Рис. 10. Местный промысел минтая в северо-восточной части бух. Натаканэльгин у м. Нэттэн (вблизи с. Энурмино, арктическое побережье Чукотского автономного округа) 23–24 октября 2021 г.: а – акватория у м. Нэттэн, б – район лова, в – скопления минтая в толще воды (вид сверху, увеличено и окрашено для улучшения изображения), г – выборка рыб из сети, д – улов, е – гонады двух рыб на III стадии зрелости (у остальных пойманных рыб II стадия)

Fig. 10. Local walleye pollock fishing in the northeastern part of Natakanelgyn Bay near Cape Netten (near the village of Enurmino, Arctic coast of the Chukotka Autonomous Okrug) on October 23–24, 2021: а – water area near Cape Netten, б – fishing area, в – accumulations of walleye pollock in the water column (top view, enlarged and colored to enhance image), г – sample of fish from the net, д – catch, е – gonads of two fish at maturity stage III (other caught fish have stage II)

За пять часов (с 09 до 14 часов местного времени) с одной стационарно установленной сети за несколько переборок было выбрано 96 экземпляров минтая и 2 чавычи, что по массе составило, соответственно, 121,9 и 10,9 кг. Пойманный минтай был употреблён в пищу местными жителями, также частично его использовали как дополнительный прикорм для собак.

В целом, своими значительными запасами в 2018–2021 гг. в российской акватории Чукотского моря минтай не только расширяет и увеличивает кормовую базу для отдельных видов морских млекопитающих в этой части моря, но и представляет ценный ресурс как для промышленного и прибрежного рыболовства, так и для любительского рыболовства, а также рыболовства в целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера. С учётом того, что минтай является новым объектом промысла для местных пользователей, для двух последних видов рыболовства необходимо предусмотреть определённые процедуры, позволяющие жителям, проживающим в посёлках арктического побережья Чукотского АО, изымать минтай в необходимых для их потребления объёмах. Не исключено также создание в местах традиционных проживания и хозяйственной деятельности местных жителей цехов по первичной и глубокой переработке продукции рыболовства, формирование новых рабочих мест и содействие формированию рынка сбыта продукции традиционных видов хозяйственной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди морей восточного сектора Арктики Чукотское море выделяется своим расположением, благодаря которому в пределах его акватории происходит смешивание холодных арктических и тёплых берингоморских водных масс. Подобное явление способствует формированию уникальной структурно-функциональной организации экосистемы и повышенной биопродуктивности бентосных и планктонных сообществ в юго-западной части моря, что в целом должно содействовать присутствию здесь нагульных скоплений морских рыб, мигрирующих из смежного Берингова моря через Берингов пролив. Однако исследования, проведённые в Чукотском море до 2018 г., обнаруживали в этом водоёме сосредоточение только сайки, значительные колебания численности и невысокая рыночная стоимость которой не благоприятствовали организации промысла.

Потепление климата во второй половине 2010-х гг. привело к появлению в Чукотском море

скоплений половозрелого минтая с доминирующей длиной тела 50–65 см. С 2018 по 2021 гг. концентрации рыб были относительно стабильными, локализуясь на шельфе с глубинами 40–80 м. Промысловая биомасса минтая при этом достигала 380 тыс. т, что позволило организовать его добычу в 2021 г., когда в рамках промышленного рыболовства было выловлено более 4 тыс. т. В этом же году локальный береговой промысел на арктическом побережье Чукотского АО показал перспективность добычи минтая и в рамках любительского рыболовства, а также рыболовства в целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера.

В целом Чукотское море – наиболее благоприятный район для изучения изменчивости организации арктических экосистем, обусловленных нестабильностью климатических условий на Земле в период потепления. Полученные результаты исследований по особенностям распределения, биологии, запасам и промыслу такого массового вида-индикатора как минтай позволят повысить эффективность использования сырьевой базы морских рыб данного водоёма.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность сотрудникам Тихookeанского, Камчатского, Полярного филиалов и Центрального аппарата (ЦА) ВНИРО, принимавшим участие в научно-исследовательских работах в Чукотском море в 1995–2020 гг. Особенно хотелось бы выделить сотрудников ЦА ФГБНУ «ВНИРО» Е.В. Ведищеву и А.О. Трофимову за помощь в обработке материалов экспедиционных сборов минтая.

Отдельно выражаем благодарность Департаменту сельского хозяйства и продовольствия Чукотского АО за оказанное содействие в проведении НИР на арктическом побережье Чукотского полуострова у с. Энурмино. Также мы признательны охотникам-промысловикам (морзверобоям) филиала № 2 национального берегового с. Энурмино территориально-соседской общины коренных малочисленных народов Чукотки «Дауркин» А.О. Тымкырольтыргину и К.М. Нетет за помошь в сборе материала по береговому промыслу минтая в вышеуказанном районе.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюdenы.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Госзадания ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») и его Чукотского отдела.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонов Н.П., Датский А.В. 2019. Использование сырьевой базы морских рыб в Дальневосточном рыболово-промышленном бассейне в 2018 г. // Рыбное хозяйство. № 3. С. 66–76.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.
- Буслов А.В. 2005. Рост минтая и размерно-возрастная структура его популяций. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 224 с.
- Виркетис М.А. 1952. Зоопланктон Чукотского моря и Берингова пролива // Крайний Северо-Восток Союза ССР. Т. 2. Фауна и флора Чукотского моря. М.: Изд-во АН СССР. С. 323–335.
- Гептнер В.Г. 1976. Ластоногие и зубатые киты. Млекопитающие Советского союза. М.: Высшая школа. Том II. Часть 3. 718 с.
- Гордеев В.Д. 1949. Состояние и перспективы тралового промысла на Дальнем Востоке // Известия ТИНРО. Т. 41. С. 3–33.
- Датский А.В. 2016. Особенности биологии массовых рыб в Олюторско-Наваринском районе и прилегающих водах Берингова моря. 1. Семейство Тресковые (Gadidae) // Вопросы ихтиологии. Т. 56. № 6. С. 705–725. <https://doi.org/10.7868/S0042875216050039>
- Датский А.В. 2019. Сырьевая база рыболовства и ее использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 2. Межгодовая динамика прогнозируемого и фактического вылова водных биологических ресурсов на современном этапе и в исторической перспективе // Труды ВНИРО. Т. 177. С. 70–122.
- Датский А.В., Андронов П.Ю. 2007. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 261 с.
- Датский А.В., Ведищева Е.В., Трофимова А.О. 2022. Особенности биологии массовых рыб в российских водах Чукотского моря. 1. Промысловая биомасса рыб. Семейство тресковые Gadidae // Вопросы ихтиологии. Т. 62, № 4. С. 387–412.
- Думанская И.О. 2017. Ледовые условия морей азиатской части России. М.: Обнинск: ИГ-СОЦИН. 640 с.
- Касьянов В.В., Чавтур В.Г. 2017. История изучения зоопланктона в Чукотском море и прилегающих водах Арктики // Вестник ДВО РАН. № 2. С. 106–114.
- Кузнецова Н.А., Горбатенко К.М. 2021. Питание сайки, минтая и других пелагических рыб и их пищевая обеспеченность в Чукотском море в августе–сентябре 2019 г. // Известия ТИНРО. Т. 201, вып. 4. С. 765–783.
- Кустов Э.Д. 1968. География рыбной промышленности. М.: Пищ. пром-ть. 200 с.
- Литовка Д.И. 2020. Анадырская белуха. Анадырь: ДПРИЭ ЧАО. 256 с.
- Мельников В.В. 2001. Полевой определитель видов морских млекопитающих для тихоокеанских вод России. Владивосток: Дальнаука. 110 с.
- Моисеев П.А. 1953. Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Т. 40. 287 с.
- Моисеев П.А. 1964. Некоторые итоги исследований Берингово-морской научно-промышленной экспедиции // Труды ВНИРО. Т. 53, вып. 3. С. 7–29.
- Новиков Н.П. 1974. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-ть. 308 с.
- Плотников В.В., Вакульская Н.М., Мезенцева Л.И., Дубина В.А., Пустошнова В.И. 2020. Изменчивость ледовых условий в Чукотском море и их связь с арктической осцилляцией // Известия ТИНРО. Т. 200. № 1. С. 155–167. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-155-167>
- Полутов И.А. 1960. Морские промысловые рыбы Камчатки. М.: Рыбное хозяйство. 32 с.
- Расс Т.С. 1955. Новые районы и новые объекты рыбного промысла в дальневосточных морях // Вопросы ихтиологии. Вып. 4. С. 71–81.
- Слабинский А.М., Фигуркин А.Л. 2014. Структура планктонного сообщества южной части Чукотского моря в летний период // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 135–147.
- Слепцов М.М. 1955. Горбач, или длиннорукий кит (*Megaptera nodosa* Bonnaterre) // Труды ИО АН СССР. Т. 14. С. 94–95.
- Степаненко М.А. 1997. Межгодовая изменчивость пространственной дифференциации минтая *Theragra chalcogramma* и трески *Gadus macrocephalus* Берингова моря // Вопросы ихтиологии. Т. 37. № 1. С. 19–26.
- Степаненко М.А., Грицай Е.В. 2016. Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря // Известия ТИНРО. Т. 185. С. 16–30. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2016-185-16-30>
- Степаненко М.А., Грицай Е.В. 2018. Межгодовая изменчивость экологических условий и пространственная дифференциация минтая в Беринговом море // Труды ВНИРО. Т. 174. С. 6–20.
- Шунтов В.П. 1985. Биологические ресурсы Охотского моря. М.: Агропромиздат. 224 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 426 с.
- Andrews A.G. III, Strasburger W.W., Farley E.V. Jr. et al. 2016. Effects of warm and cold climate conditions on capelin (*Mallotus villosus*) and Pacific herring (*Clupea pallasi*) in the eastern Bering Sea // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 134. P. 235–246. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.10.008>
- Baker M.R. 2021. Contrast of warm and cold phases in the Bering Sea to understand spatial distributions of Arctic and sub-Arctic gadids // Polar Biol. V. 44. P. 1083–1105. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02856-x>
- Baker M.R., Kivva K.K., Pisareva M.N., Watson J.T., Selivanova J. 2020. Shifts in the physical environment in the Pacific Arctic and implications for ecological timing and conditions // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 177. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104802>
- Basuyuk E., Zuenko Y. 2020. Extreme oceanographic conditions in the northwestern Bering Sea in 2017–2018 // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104909>
- Carvalho K.S., Smith T.E., Wang S. 2021. Bering Sea marine heatwaves: Patterns, trends and connections with the Arctic // J. Hydrol. V. 600. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126462>

- Danielson S.L., Ahkinga O., Ashjian C., Basuk E., Cooper L.W., Eisner L., Farley E., Iken K.B., Grebmeier J.M., Juranek L., Khen G., Jayne S.R., Kikuchi T., Ladd C., Lu K., McCabe R.M., Moore G.W.K., Nishino S., Weingartner T.J. 2020. Manifestation and consequences of warming and altered heat fluxes over the Bering and Chukchi Sea continental shelves // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 177. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104781>
- Datsky A.V. 2015. Fish fauna of the Chukchi Sea and perspectives of its commercial use // J. of Ichthyology. V. 55. Is. 2. P. 185–209.
- Eisner L.B., Zuenko Y.I., Basuk E.O., Britt L.L., Duffy-Anderson J.T., Kotwicki S., Ladd C., Cheng W. 2020. Environmental impacts on walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) distribution across the Bering Sea shelf // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104881>
- Ershova E.A., Hopcroft R.R., Kosobokova K.N., Matsuno K., Nelson R.J., Yamaguchi A., Eisner L.B. 2015. Longterm changes in summer zooplankton communities of the western Chukchi Sea, 1945–2012 // Oceanography. V. 28 (5). P. 100–115.
- Eschmeyer W.N., Herald E.S., Hammann H. 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America. Boston: Houghton Mifflin Company. 336 p.
- Fey D.P., Weslawski J.M. 2017. Age, growth rate, and otolith growth of polar cod (*Boreogadus saida*) in two fjords of Svalbard, Kongsfjorden and Rijpfjorden // Oceanologia. V. 59. № 4. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.03.011>
- Matsuno K., Yamaguchi A., Hirawake T., Imai I. 2011. Year-to-year changes of the mesozooplankton community in the Chukchi Sea during summers of 1991, 1992 and 2007, 2008 // Polar Biol. V. 34. P. 349–1360.
- Munk K.M. 2001. Maximum ages of groundfishes in waters off Alaska and British Columbia and consideration of age determination // Alaska Fish. Res. Bull. V. 8. № 1. P. 12–21.
- Nishio S., Sasaki H., Waga H., Yamamura O. 2020. Effects of the timing of sea ice retreat on demersal fish assemblages in the northern Bering and Chukchi Seas // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104910>
- Orlov A.M., Rybakov M.O., Vedishcheva E.V., Volkov A.A., Orlova S.Yu. 2021. Walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, a species with continuous range from the Norwegian Sea to Korea, Japan, and California: new records from the Siberian Arctic // J. Mar. Sci. Eng. V. 9. № 10. <https://doi.org/10.3390/jmse9101141>
- Siddon E.C., Zador S.G., Hunt G.L. Jr. 2020. Ecological responses to climate perturbations and minimal sea ice in the northern Bering Sea // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104914>
- Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962.
- Wolotira R.J. Jr., Sample T.M., Morin M. Jr. 1977. Demersal fish and shelf fish resources of Norton Sound, the southeastern Chukchi Sea, and adjacent waters in the Baseline year 1976. Seattle: NMFS. 292 p.
- Yasumiishi E.M., Cieciel K., Andrews A.G., Murphy J., Dimon J.A. 2020. Climate-related changes in the biomass and distribution of small pelagic fishes in the eastern Bering Sea during late summer, 2002–2018 // Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr. V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104907>

REFERENCES

- Antonov N.P., Datsky A.V. 2019. Use of the raw material base of marine fish in the Far Eastern fishery basin in 2018 // Fisheries. № 3. P. 66–76. (In Russ.).
- Boretz L.A. 1997. Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, functional elements and commercial value. Vladivostok: TINRO–center. 217 p. (In Russ.).
- Buslov A.V. 2005. Pollock growth and size-age structure of its populations. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO Publish. 224 p. (In Russ.).
- Virketis M.A. 1952. Zooplankton of the Chukchi Sea and the Bering Strait // Far Northeast of the USSR. T. 2. Fauna and flora of the Chukchi Sea. M.: Publish House of the AS USSR. P. 323–335. (In Russ.).
- Geptner V.G. 1976. Pinnipeds and toothed whales. Mammals of the Soviet Union. M.: Higher school. V. II. P. 3. 718 p. (In Russ.).
- Gordeev V.D. 1949. Status and prospects of trawl fishing in the Far East // Izvestiya TINRO. V. 41. P. 3–33. (In Russ.).
- Datsky A.V. 2016. Features of the biology of mass fish in the Olyutorsko-Navarin region and adjacent waters of the Bering Sea. 1. Cod family (Gadidae) // Problems of ichthyology. V. 56. № 6. P. 705–725. <https://doi.org/10.7868/S0042875216050039> (In Russ.).
- Datsky A.V. 2019. Raw material base of fishery and its use in Russian waters of the Bering Sea. Message 2. Interannual dynamics of the predicted and actual catch of aquatic biological resources at the present stage and in the historical perspective // Trudy VNIRO. V. 177. P. 70–122. (In Russ.).
- Datsky A.V., Andronov P.Yu. 2007. Ichthyocene of the upper shelf of the northwestern part of the Bering Sea. Magadan: SVNTs FEB RAS. 261 p. (In Russ.).
- Datsky A.V., Vedishcheva E.V., Trofimova A.O. 2022. Features of the biology of mass fish in the Russian waters of the Chukchi Sea. 1. Commercial fish biomass. Cod family Gadidae // Problems of ichthyology. V. 62. № 4. P. 387–412. (In Russ.).
- Dumanskaya I.O. 2017. Ice conditions of the seas of the Asian part of Russia. M.: Obninsk: IG-SOT SIN. 640 p. (In Russ.).
- Kasyan V.V., Chavtun V.G. 2017. History of the study of zooplankton in the Chukchi Sea and adjacent waters of the Arctic // Bulletin of the FEB RAS. № 2. P. 106–114. (In Russ.).
- Kuznetsova N.A., Gorbatenko K.M. 2021. Feeding of polar cod, pollock and other pelagic fish and their food supply in the Chukchi Sea in August-September 2019 // Izvestiya TINRO. V. 201, № 4. P. 765–783. (In Russ.).
- Kustov E.D. 1968. Geography of the fishing industry. M.: Pishch. prom. 200 p. (In Russ.).
- Litovka D.I. 2020. Anadyr white whale. Anadyr: DPR&E ChAO. 256 p. (In Russ.).
- Melnikov V.V. 2001. Field guide to marine mammal species for Russian Pacific waters. Vladivostok: Dalnauka. 110 s. (In Russ.).
- Moiseev P.A. 1953. Cod and flounders of the Far Eastern seas // Izvestiya TINRO. T. 40. 287 p. (In Russ.).
- Moiseev P.A. 1964. Some results of the research of the Bering Sea Scientific and Commercial Expedition // Trudy VNIRO. V. 53, № 3. P. 7–29. (In Russ.).
- Novikov N.P. 1974. Commercial fishes of the continental slope of the northern part of the Pacific Ocean. M.: Pishch. prom. 308 p. (In Russ.).

- Plotnikov V.V., Vakulskaya N.M., Mezentseva L.I., Dubina V.A., Pustoshnova V.I. 2020. Variability of ice conditions in the Chukchi Sea and their connection with the Arctic oscillation // *Izvestiya TINRO*. V. 200. № 1. P. 155–167. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-155-167> (In Russ.).
- Polutov I.A. 1960. Marine commercial fish of Kamchatka. Moscow: Fisheries. 32 p. (In Russ.).
- Russ T.S. 1955. New areas and new objects of fishery in the Far Eastern seas // *Questions of ichthyology*. Is. 4. P. 71–81. (In Russ.).
- Slabinsky A.M., Figurkin A.L. 2014. Structure of the plankton community in the southern part of the Chukchi Sea in summer // *Izvestiya TINRO*. V. 178. P. 135–147. (In Russ.).
- Sleptsov M.M. 1955. Humpback whale, or long-armed whale (*Megaptera nodosa* Bonnaterre) // *Proceedings of the IO AS USSR*. V. 14. C. 94–95. (In Russ.).
- Stepanenko M.A. 1997. Interannual variability of spatial differentiation of pollock *Theragra chalcogramma* and cod *Gadus macrocephalus* of the Bering Sea // *Problems of Ichthyology*. V. 37. № 1. P. 19–26. (In Russ.).
- Stepanenko M.A., Gritsai E.V. 2016. State of resources, spatial differentiation and reproduction of walleye pollock in the northern and eastern parts of the Bering Sea // *Izvestiya TINRO*. V. 185. P. 16–30. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2016-185-16-30> (In Russ.).
- Stepanenko M.A., Gritsai E.V. 2018. Interannual variability of environmental conditions and spatial differentiation of walleye pollock in the Bering Sea // *Trudy VNIRO*. V. 174. P. 6–20. (In Russ.).
- Shuntov V.P. 1985. Biological resources of the Sea of Okhotsk. Moscow: Agropromizdat. 224 p. (In Russ.).
- Shuntov V.P., Volkov A.F., Temnykh O.S., Dulepova E.P. 1993. Pollock in the ecosystems of the Far Eastern seas. Vladivostok: TINRO. 426 p. (In Russ.).
- Andrews A.G. III, Strasburger W.W., Farley E.V.Jr. et al. 2016. Effects of warm and cold climate conditions on capelin (*Mallotus villosus*) and Pacific herring (*Clupea pallasi*) in the eastern Bering Sea // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 134. P. 235–246. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.10.008>
- Baker M.R. 2021. Contrast of warm and cold phases in the Bering Sea to understand spatial distributions of Arctic and sub-Arctic gadids // *Polar Biol.* V. 44. P. 1083–1105. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02856-x>
- Baker M.R., Kivva K.K., Pisareva M.N., Watson J.T., Selivanova J. 2020. Shifts in the physical environment in the Pacific Arctic and implications for ecological timing and conditions // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 177. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104802>
- Basyuk E., Zuenko Y. 2020. Extreme oceanographic conditions in the northwestern Bering Sea in 2017–2018 // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104909>
- Carvalho K.S., Smith T.E., Wang S. 2021. Bering Sea marine heatwaves: Patterns, trends and connections with the Arctic // *J. Hydrol.* V. 600. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126462>
- Danielson S.L., Ahkinga O., Ashjian C., Basyuk E., Cooper L.W., Eisner L., Farleyg E., Iken K.B., Grebmeier J.M., Juraneck L., Khen G., Jayne S.R., Kikuchi T., Ladd C., Lu K., McCabe R.M., Moore G.W.K., Nishino S., Weingartner T.J. 2020. Manifestation and consequences of warming and altered heat fluxes over the Bering and Chukchi Sea continental shelves // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 177. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104781>
- Datsky A.V. 2015. Fish fauna of the Chukchi Sea and perspectives of its commercial use // *J. of Ichthyology*. V. 55. Is. 2. P. 185–209.
- Eisner L.B., Zuenko Y.I., Basyuk E.O., Britt L.L., Duffy-Anderson J.T., Kotwicki S., Ladd C., Cheng W. 2020. Environmental impacts on walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) distribution across the Bering Sea shelf // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104881>
- Ershova E.A., Hopcroft R.R., Kosobokova K.N., Matsuno K., Nelson R.J., Yamaguchi A., Eisner L.B. 2015. Longterm changes in summer zooplankton communities of the western Chukchi Sea, 1945–2012 // *Oceanography*. V. 28 (3). P. 100–115.
- Eschmeyer W.N., Herald E.S., Hammann H. 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America. Boston: Houghton Mifflin Company. 336 p.
- Fey D.P., Weslawski J.M. 2017. Age, growth rate, and otolith growth of polar cod (*Boreogadus saida*) in two fjords of Svalbard, Kongsfjorden and Rijpfjorden // *Oceanologia*. V. 59. № 4. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.03.011>
- Matsuno K., Yamaguchi A., Hirawake T., Imai I. 2011. Year-to-year changes of the mesozooplankton community in the Chukchi Sea during summers of 1991, 1992 and 2007, 2008 // *Polar Biol.* V. 34. P. 349–1360.
- Munk K.M. 2001. Maximum ages of groundfishes in waters off Alaska and British Columbia and consideration of age determination // *Alaska Fish. Res. Bull.* V. 8. № 1. P. 12–21.
- Nishio S., Sasaki H., Waga H., Yamamura O. 2020. Effects of the timing of sea ice retreat on demersal fish assemblages in the northern Bering and Chukchi Seas // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104910>
- Orlov A.M., Rybakov M.O., Vedishcheva E.V., Volkov A.A., Orlova S.Yu. 2021. Walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, a species with continuous range from the Norwegian Sea to Korea, Japan, and California: new records from the Siberian Arctic // *J. Mar. Sci. Eng.* V. 9. № 10. <https://doi.org/10.3390/jmse9101141>
- Siddon E.C., Zador S.G., Hunt G.L. Jr. 2020. Ecological responses to climate perturbations and minimal sea ice in the northern Bering Sea // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104914>
- Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962.
- Wolotira R.J. Jr., Sample T.M., Morin M.Jr. 1977. Demersal fish and shelf fish resources of Norton Sound, the southeastern Chukchi Sea, and adjacent waters in the Baseline year 1976. Seattle: NMFS. 292 p.
- Yasumiishi E.M., Cieciel K., Andrews A.G., Murphy J., Dimon J.A. 2020. Climate-related changes in the biomass and distribution of small pelagic fishes in the eastern Bering Sea during late summer, 2002–2018 // *Deep-Sea Res. II: Top. Stud. Oceanogr.* V. 181–182. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104907>

Поступила в редакцию 15.09.2022 г.
Принята после рецензии 11.10.2022 г.