

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
BIOLOGICAL RESOURCES**

Научная статья

УДК 574.58(265.51)

DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-3-33

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА КОРМОВОЙ БАЗЫ
И ПИЩЕВОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НЕКТОНА
ВЕРХНЕЙ ЭПИПЕЛАГИАЛИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ.
СООБЩЕНИЕ 1. СОСТАВ И ОБИЛИЕ ЗООПЛАНКТОНА
И МЕЛКОРАЗМЕРНОГО НЕКТОНА****С.В. Найденко, А.А. Сомов, Н.А. Кузнецова, М.А. Шебанова***Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Представлена обновленная концепция состояния, динамики и продукции планктонных сообществ верхней эпипелагиали западной части Берингова моря. На основе данных, собранных летом и осенью 1986–2020 гг., показано, что в сезонной динамике разница между летними и осенними показателями удельной биомассы зоопланктона в слое эпипелагиали 0–50 м глубоководных котловин и наваринского района составляет 1,3–2,1 раза, а в слое 0–200 м — 1,1–1,8 раза. Изменение общей биомассы зоопланктона от раннего лета к осени происходит главным образом за счет значительного снижения обилия копепод и хетогнат, на фоне которого отмечается повышение обилия эвфаузиид и амфипод, которое не компенсирует осеннее уменьшение биомассы первых двух массовых групп зоопланктона. Межгодовые изменения обилия зоопланктона в летний и осенний периоды в исследуемых районах составили 2–3 раза в слое 0–50 м и 4–5 раз в слое 0–200 м. В некоторые годы с аномальными климатическими изменениями отмечали увеличение или снижение биомассы зоопланктонных видов, принадлежащих к разным экологическим (тепловодным или холодноводным) группировкам. Однако зависимость развития и обилия зоопланктона от термических условий отмечалась не во всех случаях, что говорит о многофакторном влиянии среды на биологические процессы и сложной организации планктонных сообществ. Общие запасы кормовых ресурсов, включающие зоопланктон и мелкоразмерный нектон, для верхнего слоя эпипелагиали всей обследованной акватории летом оцениваются в 41 млн т, а осенью — 24 млн т. Среднемноголетняя величина продукции зоопланктона в этих районах в 50-метровом слое составило летом 101 млн т, а осенью — 67 млн т. Летом в рассматриваемых районах нехищного планктона (фито- и эврифагов) продуцируется больше, чем хищного (зоофагов), за исключением 2009 и 2013 гг., когда отмечается высокая доля зоофагов. Осенью наблюдается превышение продукции зоофагов над продукцией фито- и эврифагов вследствие происходящих сезонных сукцессий в планктонных сообществах эпипелагиали. Полученные данные

* Найденко Светлана Васильевна, кандидат биологических наук, заведующая сектором, svetlana.naydenko@tinro-center.ru; Сомов Алексей Александрович, заведующий сектором, aleksey.somov@tinro-center.ru; Кузнецова Наталья Алексеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, natalya.kuznetsova@tinro-center.ru; Шебанова Марина Анатольевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, marina.shebanova@tinro-center.ru.

о современном состоянии, динамике и продукции планктонных сообществ верхней эпипелагиали глубоководных Командорской и западной части Алеутской котловин и наваринского района свидетельствуют о значительных запасах кормовых планктонных ресурсов для рыб и кальмаров.

Ключевые слова: зоопланктон, нектон, биомасса, продукция, трофические отношения, пищевая обеспеченность, верхняя эпипелагиаль, Берингово море.

Для цитирования: Найденко С.В., Сомов А.А., Кузнецова Н.А., Шебанова М.А. Многолетняя динамика кормовой базы и пищевой обеспеченности нектона верхней эпипелагиали западной части Берингова моря. Сообщение 1. Состав и обилие зоопланктона и мелкоразмерного нектона // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 1. — С. 3–33. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-3-33.

Original article

Long-term dynamics of forage base and food supply for nekton in the upper epipelagic layer of the western Bering Sea. Part 1. Composition and abundance of zooplankton and small-sized nekton

Svetlana V. Naydenko*, Aleksey A. Somov**, Natalia A. Kuznetsova***,
Marina A. Shebanova****

*, **, ***, **** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* Ph.D., head of sector, svetlana.naydenko@tinro-center.ru

** head of sector, aleksey.somov@tinro-center.ru

*** Ph.D., leading researcher, natalya.kuznetsova@tinro-center.ru

**** Ph.D., leading researcher, marina.shebanova@tinro-center.ru

Abstract. An updated concept for the state, dynamics, and production of plankton communities in the upper epipelagic layer of the western Bering Sea is presented based on the time-series for 1986–2020. The zooplankton biomass in summer exceeded the biomass in fall season in 1.3–2.1 times for the layer of 0–50 m and in 1.1–1.8 times for the layer of 0–200 m, mostly because of decreasing abundance of copepods and chaetognaths that was not compensated by slight increase of the euphausiids and amphipods biomass. Interannual variations were higher and reached 2–3 times and 4–5 times, respectively. Abnormal blooming of certain ecological groups of zooplankton (either warm-water or cold-water) occurred in the anomalous years. Species structure of zooplankton community varied in dependence on oceanographic conditions, generally toward higher abundance in warmer environments. In spite of considerable impact of thermal regime, this dependence was not close and even was absent in some cases that indicated a complex organization of zooplankton communities subjected to influence of many environmental factors. Mean total biomass of large-sized zooplankton and micronekton (prey for large-sized nekton) in the upper epipelagic layer of the western Bering Sea is estimated as $41 \cdot 10^6$ t in summer and $24 \cdot 10^6$ t in fall season, its total production as $101 \cdot 10^6$ t and $67 \cdot 10^6$ t, respectively. In summer, production of non-predatory zooplankton (phyto- and euryphages) prevailed over the predatory zooplankton production, with exception of 2009 and 2013. On the contrary, production of zoophages prevailed in autumn due to successive seasonal changes in the epipelagic plankton communities. These modern data on biomass and production of the zooplankton communities indicate significant reserves of food resources for fish and squids in the deep-water Commander Basin, western part of the Aleutian Basin, and in the area at Cape Navarin.

Keywords: zooplankton, nekton, zooplankton biomass, zooplankton production, trophic relations, food supply, upper epipelagic layer, Bering Sea.

For citation: Naydenko S.V., Somov A.A., Kuznetsova N.A., Shebanova M.A. Long-term dynamics of forage base and food supply for nekton in the upper epipelagic layer of the western Bering Sea. Part 1. Composition and abundance of zooplankton and small-sized nekton, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 1, pp. 3–33. (In Rus.). DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-3-33.

Введение

Берингово море — один из важных районов отечественного и мирового рыболовства. Сведения о его высокой рыбопродуктивности приводятся во многих публикациях

[Шунтов, 2001, 2016; Шунтов, Свиридов, 2005; Lauth, 2007; Шунтов, Темных, 2008а, б; Моисеев, 2012; Волвенко, 2015; Датский, 2019]. Однако в 2000–2020 гг. в западной части Берингова моря по сравнению с 1980-ми гг. произошло сокращение, в среднем в 2–3 раза, добычи рыбных ресурсов за счет снижения их запасов [Балыкин, 2006; Шунтов, 2016]. Это может быть следствием естественных флюктуаций численности промысловых объектов, а также различных глобальных и региональных климатических изменений, влияющих на биологические процессы, возрастающего антропогенного пресса и прочих причин. Стала очевидной потребность изучения и дальнейшего мониторинга многофакторных экологических взаимоотношений в сообществах, динамики кормовой базы и пищевой обеспеченности нектонных видов в берингоморских районах для объяснения механизмов динамики численности промысловых объектов и их рационального использования.

Анализ имеющейся литературы показал, что трофическая структура нектонных сообществ верхней эпипелагиали западной части Берингова моря в сезонном и межгодовом аспектах изучена недостаточно полно. Опубликованные в большом количестве литературы данные о запасах зоопланктонных ресурсов приводятся только для эпипелагиали, в то время как для верхнего ее слоя имеются оценки либо для некоторых годов, либо отдельно для холодного и теплого периодов лет [Волков и др., 2004, 2007; Волков, 2015, 2016а, б; Шунтов, Волвенко, 2017; Дулепова, 2018; Горбатенко, 2021]. Современные оценки состояния кормовой базы в 50-метровом слое эпипелагиали, объемов ее потребления и степени использования отсутствуют. Между тем именно верхняя эпипелагаль является слоем преимущественного обитания или нагула многих промысловых видов нектона (включая и его молодь).

В связи с этим целью настоящего исследования является оценка современного состояния кормовой базы, в том числе с учетом продукции массовых зоопланктонных видов, а также анализ ее сезонной и межгодовой динамики.

Материалы и методы

Материалом для статьи послужили данные о составе и обилии планктона и нектона, а также питания нектона, собранные в 22 экспедициях Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) (до 2019 г. ТИНРО-центр) в западной части Берингова моря в июне–ноябре 2002–2020 гг. Осреднение информации по планктону и нектону проводили по трем стандартным биостатистическим районам (Командорская и западная часть Алеутской котловины и наваринский район), выделенным с учетом общей схемы поверхностной циркуляции вод, рельефа дна и размещения модификаций водных масс (рис. 1, табл. 1) [Шунтов и др., 1988; Волвенко, 1998, 2003].

Для расчета количественных показателей использованы стандартные площади районов [Волвенко, 2003], за исключением тех лет, когда обследовалась площадь, значительно меньшая стандартной величины. В этих случаях все расчеты делали на обследованную площадь.

Для исследования был выбран верхний слой эпипелагиали, имеющий большое значение для обитания и нагула большинства видов рыб и кальмаров, в том числе промысловых. Для этого биотопа собран наиболее значительный объем материалов в связи с проведением целого ряда комплексных экспедиций по учету тихоокеанских лососей.

Планктон облавливали большой сетью Джеди (БСД), площадь входного отверстия 0,1 м², капроновое сито № 49 (ячей 0,15 мм). Во время съемок выполняли тотальные обловы планктона по гидробиологической сетке станций (которая совпадала с сеткой траловых и гидрологических станций) в темное и светлое время суток. Всего было выполнено 1570 планктонных станций (на каждой станции по два облова в слоях эпипелагиали 0–50 и 0–200 м).

Сбор и обработку проб планктона проводили в соответствии с методикой А.Ф. Волкова [1996, 2008б]. При первичной обработке, выполняемой непосредственно в рейсах,

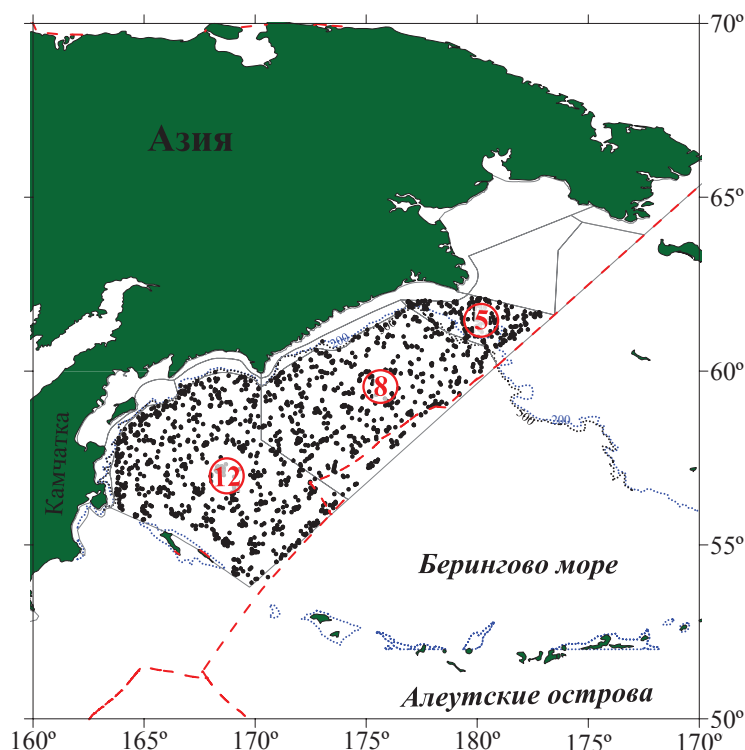


Рис. 1. Схема районов исследований и пространственное распределение учетных станций в июне-ноябре 2002–2020 гг. в западной части Берингова моря. Цифры — номера биостатистических районов; черная линия — границы районов; красная линия — граница ИЭЗ РФ; синяя пунктирная линия — изобата 200 м

Fig. 1. Scheme of research area in the western Bering Sea and samplings location in June–November of 2002–2020 (numbers of biostatistical areas are shown; black line — boundaries between the biostatistical areas; dashed line — 200 m isobath)

каждую пробу гидробионтов делили на 3 фракции — мелкую (МФ), среднюю (СФ) и крупную (КФ) — с размерами тела $< 1,2$, $1,2–3,2$ и $> 3,2$ мм. На первом этапе разбора проб определяли видовую и групповую принадлежность, затем рассчитывали численность и биомассу вида в каждой фракции каждого улова. Для каждого биостатистического района вычисляли среднюю удельную биомассу (на единицу объема и площади — мг/м^3 и т/км^2) и численность вида (группы видов и в целом всех планктеров) с применением поправочных коэффициентов на недолов сети БСД: для мелкой фракции — 1,5; для средней — 2,0; для крупной фракции: 1) эвфаузииды, мизиды и щетинкочелюстные длиной до 10 мм — 3,0, 10–20 мм — 5,0, более 20 мм — 10,0; 2) гиперииды длиной до 5 мм — 1,5, 5–10 мм — 3,0, более 10 мм — 5,0; 3) копеподы длиной до 5 мм — 2,0, более 5 мм — 3,0; 4) полихеты, мелкие медузы, птероподы — 1,0 [Волков, 2008б].

Информация о составе, численности и биомассе видов и групп планктона была внесена в общую базу данных «Сетной зоопланктон» (Пер. № 2016620026 [Volvenko, 2021]) и локальную базу данных «Зоопланктон» лаборатории мониторинга кормовой базы и питания рыб ТИНРО. В настоящей статье для расчета количественных показателей (удельной биомассы и запаса), а также описания межгодовой и сезонной динамики обилия планктона были использованы материалы обеих баз данных и табличного справочника [Сетной зоопланктон..., 2016].

Анализ сезонных изменений в планктонных сообществах проводили для трех периодов: раннелетний — с I декады июня по II декаду июля; летний — с III декады июля по II декаду сентября; осенний — с III декады сентября по октябрь. Эти периоды

Таблица 1

Список судов, сроки выполнения съемок, количество тралений и обследованная площадь в глубоководных районах западной части Берингова моря

Table 1

List of research vessels, dates of surveys, number of trawls, and size of surveyed areas in the deep-water part of the western Bering Sea

Судно	Год/сезон	Дата	Площадь съемки, тыс. км ²		
		Весь район	КК	АК	Н
НИС «ТИНРО»	2002/осень	31.08–10.10	261,79	192,03	35,81
	2003/лето	17.07–16.08	249,46	203,96	37,12
	2003/осень	23.09–18.10	249,46	203,96	37,12
	2004/осень	26.09–22.10	249,46	203,96	37,12
	2005/лето	22.06–16.07	249,46	203,96	37,12
	2006/осень	29.08–04.10	249,46	203,96	37,12
	2007/лето	16.06–16.07	253,65	203,96	21,65
	2007/осень	13.09–24.10	250,07	177,15	37,12
	2008/осень	15.09–13.10	250,07	177,15	37,12
НИС «Проф. Кагановский»	2009/лето	21.06–19.07	250,07	177,15	37,12
	2009/осень	14.09–11.10	249,46	203,96	37,12
	2010/осень	23.09–16.10	249,46	181,63	0
	2011/лето	11.06–01.07	250,07	177,15	37,12
	2012/осень	07.09–01.10	250,07	177,15	38,89
НИС «ТИНРО»	2013/лето	10.06–04.07	249,46	203,96	37,12
	2013/осень	10.09–10.10	249,46	166,72	20,80
НИС «Проф. Леванидов»	2014/осень	03–16.10	219,06	0	0
	2015/лето	13.06–03.07	249,46	166,72	37,12
НИС «ТИНРО»	2017/осень	14–30.09	249,46	32,60	0
НИС «ТИНРО», НИС «Проф. Леванидов»	2018/осень	29.09–11.10	249,46	85,40	0
НИС «ТИНРО», НИС «Проф. Кагановский»	2019/осень	29.09–06.10	249,46	110,0	0
	2020/осень	24.09–04.10	265,0	154,0	0

Примечание. КК — Командорская котловина; АК — Алеутская котловина; Н — наваринский район.

были выделены на основании расчетов подекадного обилия массовых видов нектона в зависимости от сроков их миграций [Сомов, 2017]. Конечной задачей исследования является оценка условий нагула нектона, поэтому изменчивость состава и количества планктона проанализировали для этих выделенных периодов, так как информационная обеспеченность планктонными ловами в течение лета и осени позволила такой анализ сделать.

Для анализа изменений, происходящих в трофической структуре планктонных сообществ, были выделены три функциональные группы: преимущественно фитофаги, преимущественно зоофаги и эврифаги, объединяющие в своем составе виды с определенной трофической принадлежностью, характеристики которых можно считать сходными. Трофическую принадлежность гидробионтов устанавливали на основании обширных сведений о составе пищевых рационов и данных о морфологии и специализации ротового аппарата животных из многочисленных опубликованных источников (в том числе и иностранных), обзор которых приводится в ряде сводных работ [Пономарева, 1990; Долганова, 2001; Дулепова, 2002; Горбатенко, 2018]. Для каждой трофической группировки были рассчитаны удельная биомасса, запас и продукция.

Продукция зоопланктона для летнего и осеннего сезонов оценивалась на основе данных об удельной биомассе зоопланктонных видов, полученных во время проведе-

ния морских исследований, и опубликованной информации об их суточной удельной продукции [Дулепова, 2002, 2016; Coyle, Pinchuk, 2003; Шебанова, 2007, 2016, 2020; Шебанова, Чучукало, 2009; Шебанова и др., 2010, 2011, 2012, 2014; Горбатенко, 2021; и мн. др.]. Сезонная продукция вычислялась произведением суточной продукции на 90 сут.

Результаты и их обсуждение

Основу общего запаса кормовой базы пелагического нектона формируют крупно-размерный зоопланктон, многочисленная молодь и мелкоразмерные виды рыб и кальмаров. Разные виды зоопланктона и нектона различаются по эколого-биологическим характеристикам, динамике численности, особенностям распределения, развития и обилия в зависимости от региональных условий обитания.

Берингово море, расположенное в области субарктической структуры вод, характеризуется довольно суровыми климатическими условиями, которые по степени выраженности различаются в западной глубоководной и восточной мелководной его частях. Общее циклоническое движение вод (сформированное течениями Атту, Центрально-Берингоморским и Камчатским) над глубоководной частью моря, наличие антициклонической циркуляции (образуемой теплым Наваринским течением) в северо-западной части, интенсивность водообмена с Тихим океаном и сток в Северный Ледовитый океан определяют особые условия циркуляции вод и обеспечивают распределение и перенос из районов воспроизводства некоторых видов планктона. Весь этот комплекс физико-географических и климато-океанологических характеристик определяет особенности состава и динамику обилия планктонных сообществ данного региона.

По составу и количественному соотношению видов и групп зоопланктона данный водоем заметно отличается от других дальневосточных регионов. Для планктонных сообществ западной части моря характерна более высокая доля щетинкочелюстных в эпипелагиали, в частности по сравнению с охотоморскими и тихоокеанскими глубоководными районами [Шунтов, 2001; Волков, 2008а]. В 2002–2020 гг. среднемноголетняя доля сагитт в общей биомассе крупноразмерного планктона в берингоморских районах изменялась в слое эпипелагиали 0–50 м в диапазоне от 8 до 23 % летом и от 22 до 36 % осенью. В слое 0–200 м доля сагитт была выше — 13–30 % летом и 20–44 % осенью. При этом минимальные значения наблюдались в наваринском районе, а более высокие — в глубоководных котловинах (рис. 2). Для сравнения, в эти же годы в глубоководных прикурильских районах среднемноголетняя доля сагитт была несколько ниже, составив 15 и 24 % биомассы крупной фракции планктона в слоях соответственно 0–50 и 0–200 м [Найденко, Хоружий, 2017].

В отношении другой группы — эвфаузиид — данный регион заметно уступает другим районам, особенно «эвфаузиидному» Охотскому морю. Региональные различия касаются не только обилия, но и состава и соотношения массовых видов этих ракообразных. В Беринговом море преобладают главным образом два вида: *Thysanoessa longipes* и *Th. inermis* [Волков, 2008а; Дулепова, 2016]. В 2000-е гг. в эпипелагиали глубоководных котловин среднемноголетняя доля эвфаузиид в составе крупноразмерного планктона в обоих слоях эпипелагиали составила всего 4 и 8 % соответственно летом и осенью. Но в наваринском районе осенью их доля была значительно выше, достигая 32 % общей биомассы крупной фракции планктона (рис. 2).

Среднемноголетняя доля копепод изменялась в слое эпипелагиали 0–50 м разных районов от 39 до 46 % летом и от 23 до 29 % осенью (рис. 2). В слое 0–200 м осенью также отмечалось снижение доли этих рачков. Количественные показатели этой группы в данном регионе были несколько ниже по сравнению, например, с тихоокеанскими водами Камчатки и Курильских островов, в которых доля веслоногих летом 2004–2018 гг. достигала в среднем 65 и 58 % крупной фракции планктона в слое соответственно 0–50 и 0–200 м [Найденко, Хоружий, 2017].

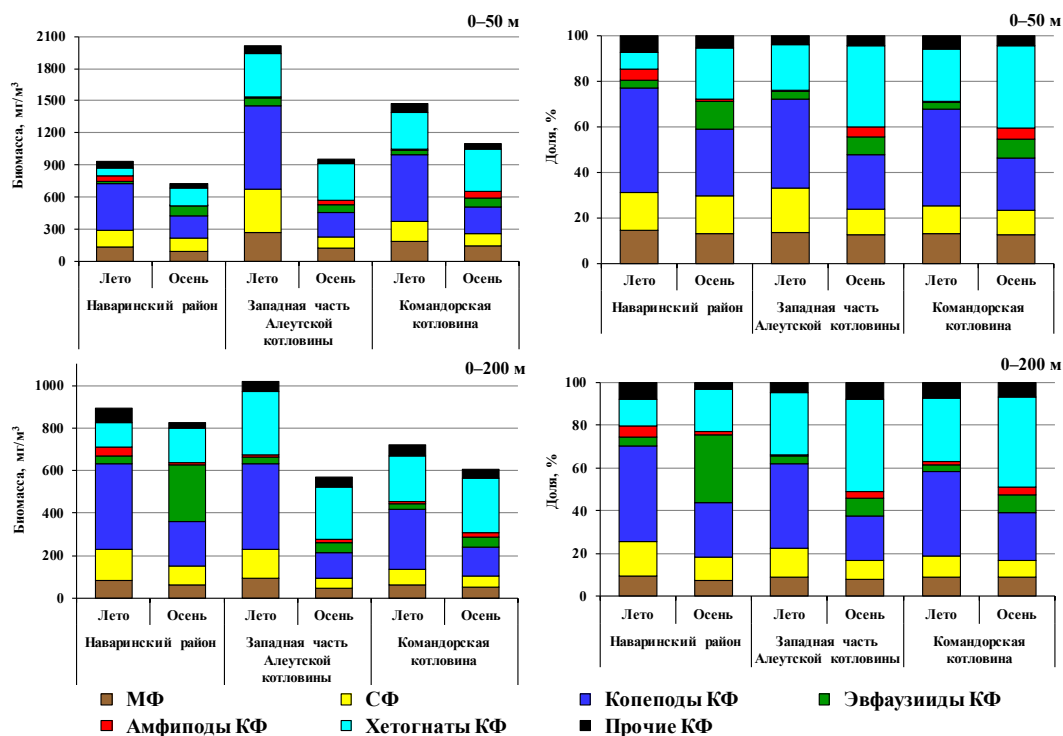


Рис. 2. Динамика биомассы (mg/m^3 , %) разных групп зоопланктона в слоях эпипелагиали 0–50 и 0–200 м западной части Берингова моря летом и осенью в 2002–2020 гг.

Fig. 2. Dynamics of biomass for certain groups of zooplankton within the epipelagic layers of 0–50 and 0–200 m in the western Bering Sea in summer and fall of the 2002–2020, mg/m^3 , %

Несмотря на пониженные по сравнению с другими регионами показатели обилия эвфаузиид и копепоид, среднееголетняя совокупная доля этих планктонных групп, а также двух других групп — гипериид и птеропод, имеющих большое значение в питании nekтона, — летом в Командорской и Алеутской котловинах составляла 56 и 65 % общей биомассы зоопланктона. В наваринском районе доля этих групп планктона достигала 82 %. Осенью этот показатель был в этих районах на уровне соответственно 37, 39 и 72 % в соответствии в этих районах.

Сезонная и межгодовая динамика. Сезонные и межгодовые изменения характеристик среды и соответственно состава и обилия планктона в морях высоких широт, куда относится и Берингово море, выражены довольно значительно [Шунтов, 2001]. Сезонная динамика планктонных сообществ в эпипелагиали связана с сезонными сукцессионными процессами, особенностями жизненных циклов и перераспределением отдельных видов и их размерно-возрастных групп по вертикали, а также с естественной смертностью и выеданием хищниками верхних трофических уровней.

Наиболее существенное (в среднем в 1,5–2,0 раза) сезонное снижение общей биомассы зоопланктона характерно для глубоководных районов, особенно для западной части Алеутской котловины. Это обусловлено главным образом изменением обилия копепоид в эпипелагиали в течение летне-осеннего периода, в том числе за счет опускания части видов и разных их стадий на глубину, а также их выеданием. Количество эвфаузиид и амфиод и их доля в планктонном сообществе, напротив, от раннего лета к осени возрастают, особенно в верхнем 50-метровом слое воды [Naydenko, Somov, 2019] (рис. 3), что связано с развитием и соматическим ростом этих ракообразных.

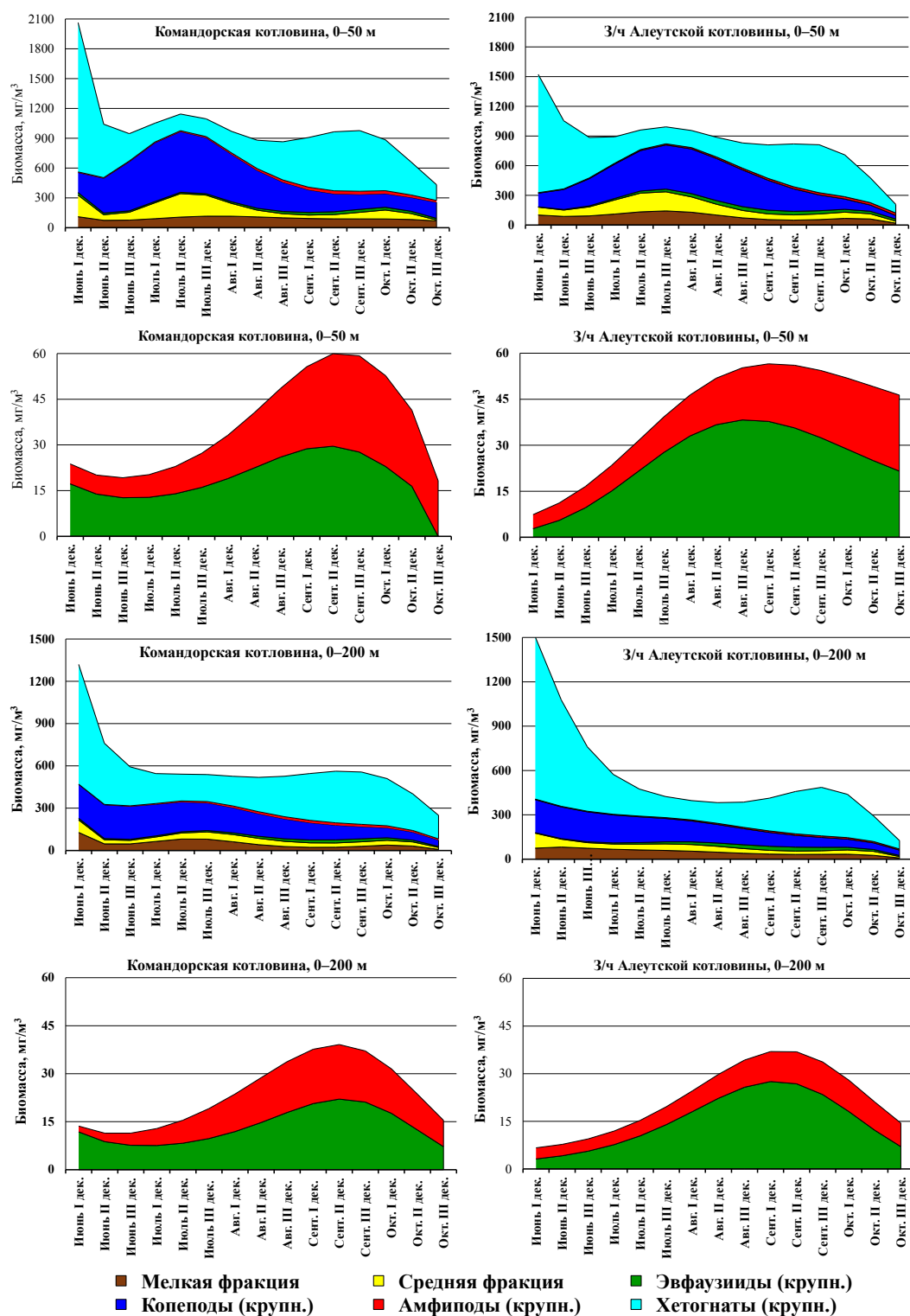


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы разных групп зоопланктона в слоях эпипелагиали 0–50 и 0–200 м глубоководных котловин Берингова моря [Naydenko, Somov, 2019]: 3/4 — западная часть

Fig. 3. Seasonal dynamics of biomass (mg/m³) for certain groups of zooplankton within the epipelagic layers of 0–50 and 0–200 m in the deep-water basins of the Bering Sea [Naydenko, Somov, 2019]

В наваринском районе, где кроме сезонных процессов в динамике биомассы эвфаузиид наблюдается их транспорт из смежных районов [Дулепова, 2014; Шунтов, Иванов, 2019], удельная биомасса этих рачков по среднемноголетним данным к осени увеличивается в слое 0–50 м в 4 раза, а в слое 0–200 м — в 7 раз (рис. 2, 3).

Межгодовые колебания биомассы планктона определяются естественной динамикой обилия, а также зависят от совокупности целого ряда абиотических факторов среды обитания, в том числе от общего фона климатических изменений. Для западной части Берингова моря длительный ряд наблюдений по зоопланктону имеется только для эпипелагиали. Эта информация была использована для определения состояния планктонных сообществ в современный период по сравнению с предыдущими. Судя по этим данным, прослеживается общая тенденция повышенной биомассы планктона в 1990-е и 2001–2006 гг., снижения ее в 2007–2013 гг. и повышения начиная с 2014 г. (табл. 2) [Волков, 2016а, б; Шунтов, 2016; Шунтов, Волвенко, 2017]. При этом летом в западной части Алеутской котловины межгодовые вариации обилия планктона менее значительны, чем в Командорской (рис. 4). Но осенью наиболее заметное снижение удельной биомассы планктона в 2007–2013 гг. наблюдалось именно в Алеутской котловине (рис. 5). В наваринском районе межгодовое изменение количества планктона в условиях чередования лет не совсем совпадало с динамикой, отмеченной в глубоководных котловинах. Несмотря на то что в этом районе летом самую низкую биомассу планктона отмечали в 2007 г., среднемноголетний показатель обилия, рассчитанный для 2007–2013 гг., был выше, чем в 2001–2006 гг. (см. рис. 4, табл. 2).

Таблица 2

Биомасса зоопланктона (всех фракций) в эпипелагиали (0–200 м) Берингова моря в разные периоды, мг/м³

Table 2

Biomass of zooplankton (all size fractions) in the epipelagic layer of 0–200 m in the Bering Sea in certain years, mg/m³

Район	1980-е гг.	1990-е гг.	2001–2006 гг.	2007–2013 гг.	2015 г.	Среднее ± SE
<i>Лето</i>						
Командорская котловина	511	1233	843	600	1017	894 ± 105
З/ч Алеутской котловины	915	851	724	777	2520	923 ± 106
Наваринский район	1377	799	677	838	1495	936 ± 124
	1980-е гг.	1990-е гг.	2001–2006 гг.	2007–2013 гг.	2014–2020 гг.	Среднее ± SE
<i>Осень</i>						
Командорская котловина	524	580	662	568	620	601 ± 36
З/ч Алеутской котловины	593	724	711	478	717	638 ± 65
Наваринский район	932	1144	857	698	1106	889 ± 96

Примечание. Здесь и в табл. 3 З/ч — западная часть.

В наваринском районе гораздо более существенные межгодовые колебания биомассы макропланктона, главным образом за счет изменения обилия эвфаузиид, гиперид и некоторых видов копепод, отмечались осенью (рис. 4, 5).

В верхнем слое эпипелагиали глубоководных районов в летний и осенний периоды показатели обилия зоопланктона были пониженными в 2007–2013 гг. по сравнению с другими годами (табл. 3, рис. 6).

В Беринговом море в межгодовой изменчивости условий обитания гидробионтов на фоне устойчивого потепления во всей северной Пацифике отмечается чередование холодных и теплых периодов (а также сходных лет), на которые указывают различные климатические индексы и степень ледовитости моря.

Годы с 1998 по 2001 и 2007–2012 определяются как холодные, 2013 — как переходный, а 2002–2006 и 2014–2018 — как теплые, среди которых аномально теплым был 2018 г. (рис. 7) [Лучин, Соколов, 2007; Хен и др., 2008, 2019; Хен, Сорокин, 2008; Волков, 2012а, б, 2014, 2016а, б; Шунтов, Иванов, 2019]. Последующие 2019 и 2020 гг.

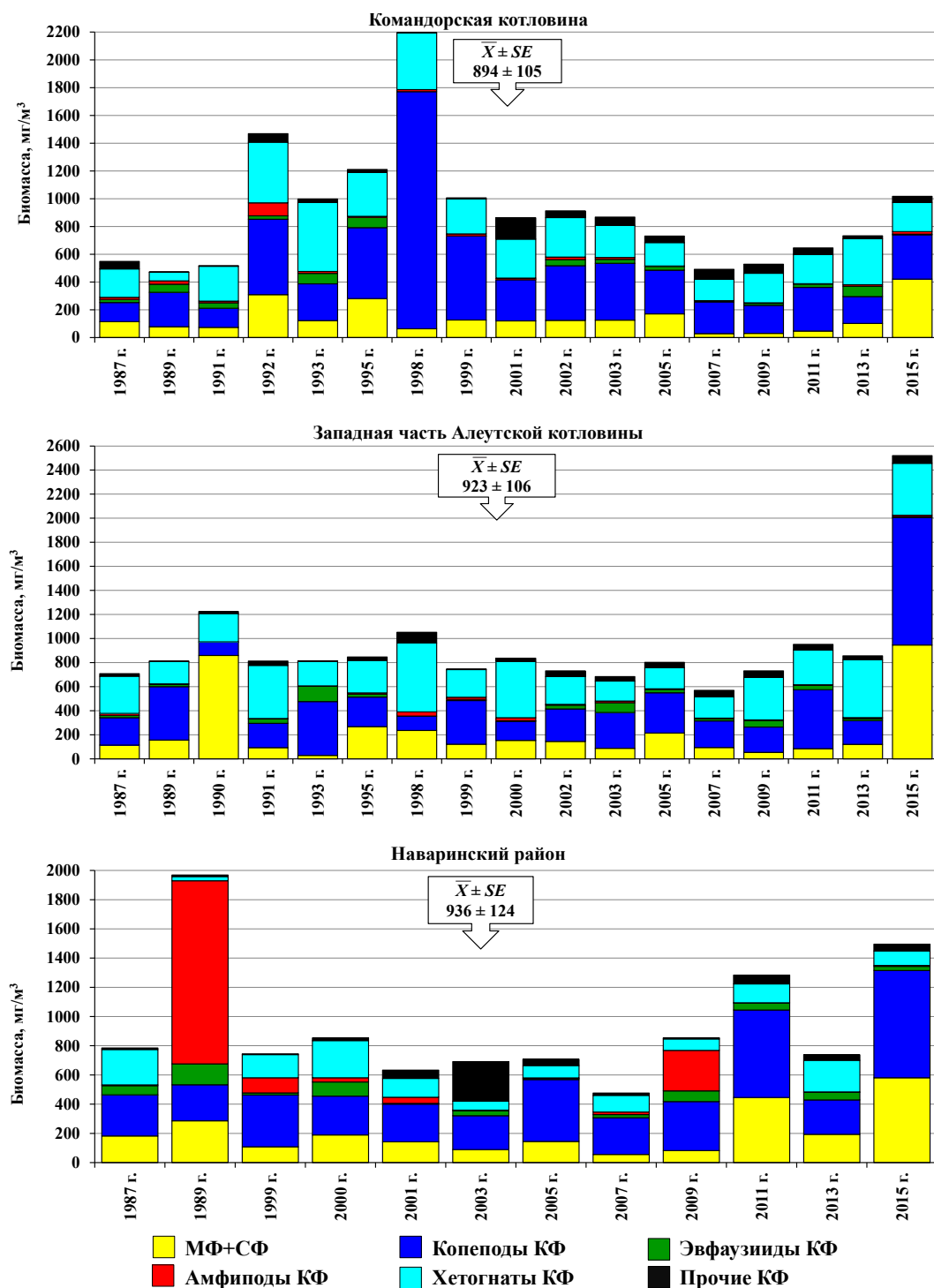


Рис. 4. Межгодовая динамика обилия (мг/м³) разных групп зоопланктона в эпипелагиали (0–200 м) западной части Берингова моря летом: $\bar{X}$ — среднееголетнее значение; SE — стандартная ошибка среднего

Fig. 4. Interannual dynamics of biomass (mg/m³) for certain groups of zooplankton within the epipelagic layer of 0–200 m in the western Bering Sea in summer: $\bar{X}$ — mean value; SE — standard error of the mean

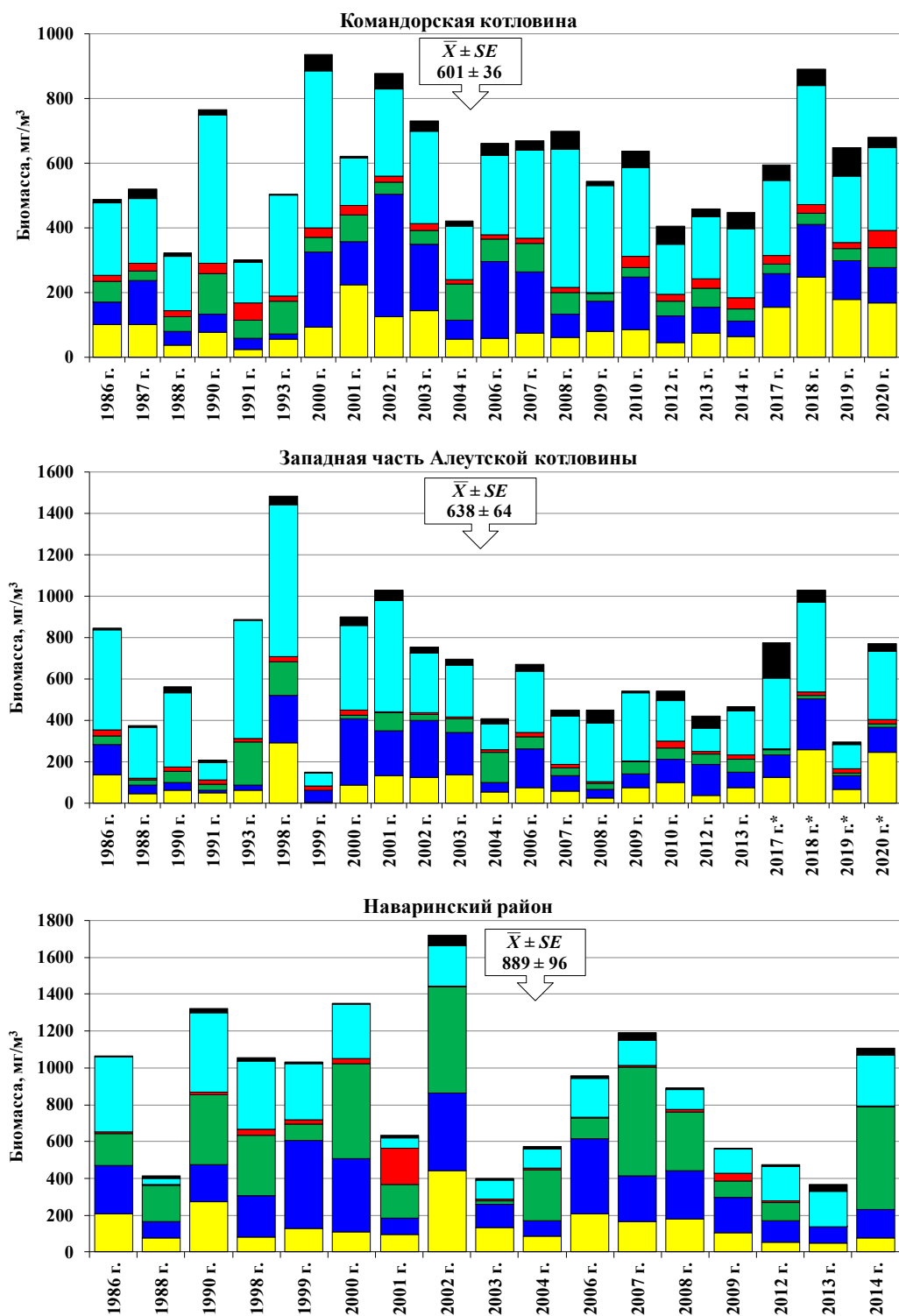


Рис. 5. Межгодовая динамика обилия (мг/м³) разноразмерных групп зоопланктона в эпи-пелагиали (0–200 м) западной части Берингова моря осенью. * В 2017–2020 гг. обследовалась не вся площадь Алеутской котловины. Условные обозначения как на рис. 4

Fig. 5. Interannual dynamics of biomass (mg/m³) for size groups of zooplankton within the epipelagic layer of 0–200 m in the western Bering Sea in autumn. Abbreviations as for Fig. 4 * Aleutian Basin was partially surveyed in 2017–2020

Таблица 3

Биомасса зоопланктона (всех фракций) в верхнем слое эпипелагиали (0–50 м)
Берингова моря в разные периоды, мг/м³

Table 3

Biomass of zooplankton (all size fractions) in the upper epipelagic layer of 0–50 m in the Bering
Sea in certain years, mg/m³

Район	2002–2006 гг.	2007–2013 гг.	2014–2020 гг.	Среднее ± SE
<i>Лето</i>				
Командорская котловина	1695	1174	2215*	1471 ± 159
З/ч Алеутской котловины	1753	1243	5634*	2016 ± 616
Наваринский район	606	853	1901*	932 ± 186
<i>Осень</i>				
Командорская котловина	1183	1066	1047	1094 ± 79
З/ч Алеутской котловины	1033	846	1042**	949 ± 75
Наваринский район	690	748	Н/д	722 ± 98

* Данные только 2015 г., так как летом 2016–2020 гг. съемок не проводили.

** В 2017–2020 гг. обследовалась не вся площадь данного района.

характеризуются как среднетеплые, но в 2020 г. отмечались показатели аномалий PDO на уровне показателей холодных лет. От характера и интенсивности климато-океанологических процессов зависит степень обилия разных элементов планктонной фауны в пелагических сообществах дальневосточных морей [Шунтов, 2001].

Анализируя динамику биомассы планктона по выделенным периодам, следует отметить повышение в некоторые годы обилия зоопланктонных видов, принадлежащих к разным экологическим группировкам: тепловодных и холодноводных, особенно в годы с аномальными климатическими показателями. Например, в ряду наблюдений 1998 г. по гидрологическим условиям считается одним из самых холодных. Летом этого года биомасса копепод в слое 0–200 м в Командорской котловине достигла 1708 мг/м³, доминировал вид *Neocalanus cristatus*, самый холодноводный из группы субарктических видов. Повышенные его биомассы отмечались в Командорской котловине также летом 1992 г. и в течение всего периода холодных лет с 1998 по 2001 г. В западной части Алеутской котловины обилие *N. cristatus* в эти годы было ниже, чем в Командорской, но выше по сравнению со смежными теплыми годами, при этом наиболее высокие биомассы отмечались в холодные 2008 и 2012 гг. (рис. 8).

Повышенная удельная биомасса *Eucalanus bungii* — типичного представителя океанической группировки — чаще всего наблюдалась в годы с теплыми термическими условиями. Например, летом 2015 г., когда в Беринговом море после мягкой зимы температура воды на поверхности была выше нормы на 1–2 °С, биомасса *E. bungii* в глубоководных котловинах составляла 216–1686 и 415–908 мг/м³ соответственно в светлое и темное время суток. У умеренно-холодноводного вида *N. plumchrus* строгой зависимости обилия от гидрологических условий не прослеживалось, но его повышенную биомассу отмечали в основном в теплые годы, например летом 1987, 1995 и 2000–2006 гг. В то же время в холодные годы (летом 1999 г. и осенью 2007 и 2011 гг.) также была зафиксирована высокая его биомасса (рис. 8). Вероятно, даже в пределах одного типа лет условия воспроизводства, развития и количественного распределения видов могут различаться. Кроме этого, у планктеров проявляется своя естественная межгодовая изменчивость обилия.

В целом в глубоководных районах в теплые 2002–2006 гг. совокупная среднемноголетняя доля копепод *E. bungii* и *N. plumchrus* среди крупноразмерного планктона составила 32 %, а в холодные 2007–2012 гг. — 13–22 %, в то время как доля холодноводных видов *Metridia pacifica* и *N. cristatus* возрастала в холодный тип лет [Волков, 2012б, 2016а]. В северных районах (куда относится и наваринский район) совокупная доля копепод *E. bungii* и *N. plumchrus*, и кроме них эвфаузиид *Th. inermis* (вида откры-

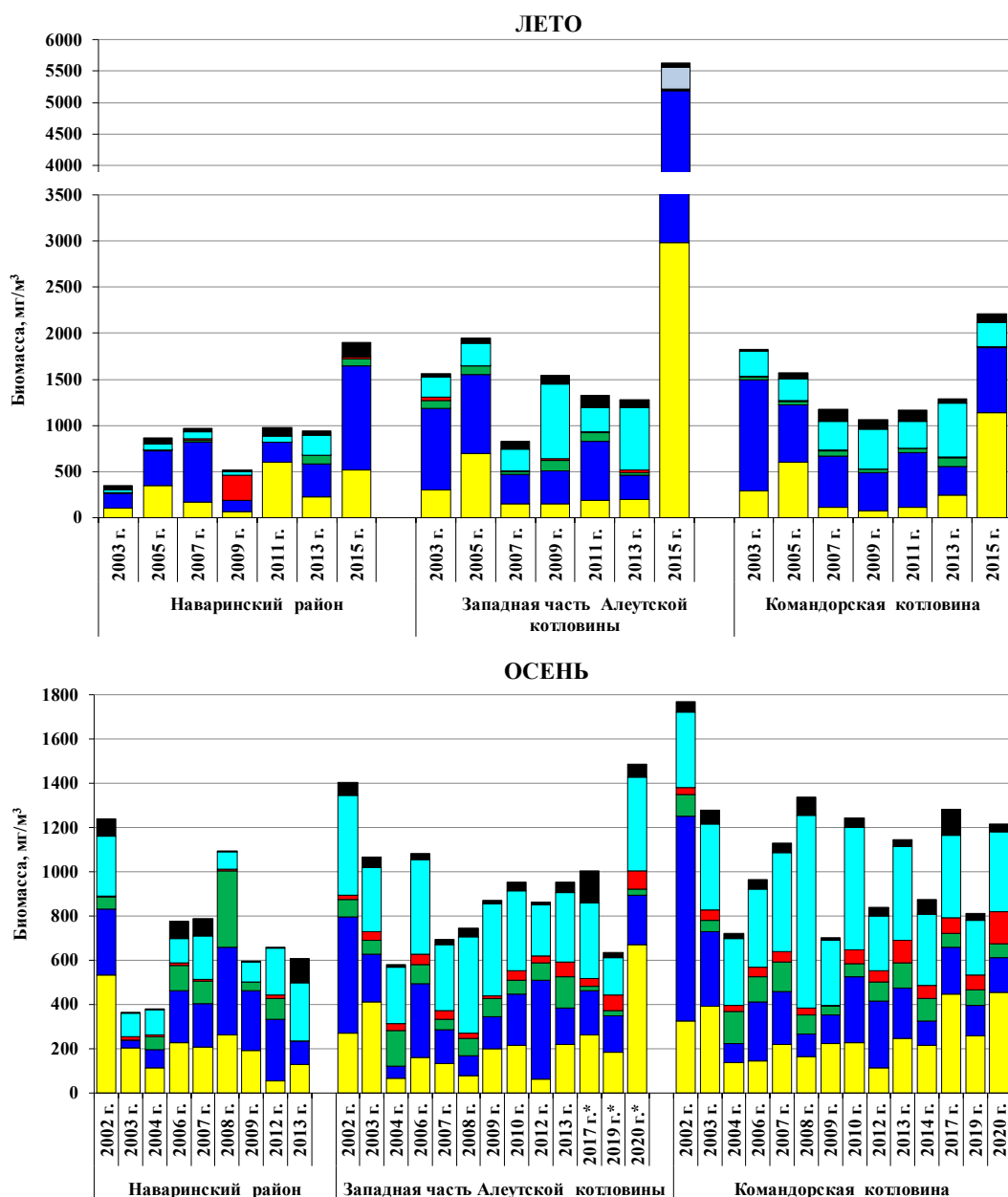


Рис. 6. Межгодовая динамика обилия (мг/м^3) разноразмерных групп зоопланктона в слое эпипелагиали 0–50 м в западной части Берингова моря летом и осенью. * В 2017–2020 гг. обследовалась не вся площадь Алеутской котловины. Условные обозначения как на рис. 4

Fig. 6. Interannual dynamics of biomass (mg/m^3) for size groups of zooplankton within the epipelagic layer of 0–50 m in the western Bering Sea in summer and autumn. Abbreviations as for Fig. 4. * Aleutian Basin was partially surveyed in 2017–2020

тых океанических вод), в теплые годы составила 54 %, в холодные — 31–34 %. Доля холодноводных видов — эвфаузиид *Thysanoessa raschi* (прибрежно-неритического вида) и копепод *M. pacifica* и *N. cristatus* — в холодные годы достигала 14–19 % крупной фракции планктона, а в теплые годы была заметно ниже — 7 % [Волков, 2012а, б]. В теплые годы (с низкой ледовитостью) также отмечалась и более высокая удельная биомасса мелко- и среднеразмерных планктеров. На изменения условий среды виды с

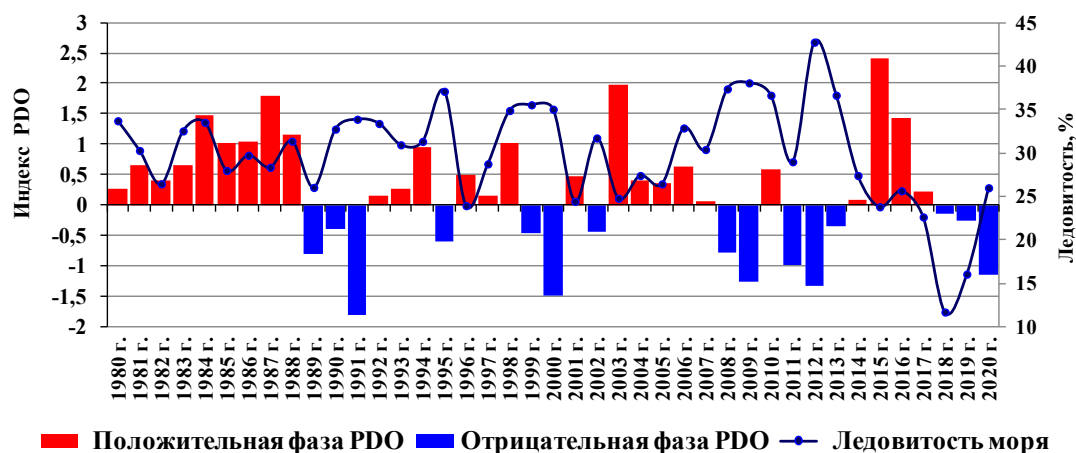


Рис. 7. Межгодовая динамика индекса Тихоокеанского декадного колебания (PDO, зима) и ледовитости Берингова моря (построено по данным сайта Bering Sea Climate Website <https://www.beringclimate.noaa.gov/data/BCresult.php> и по Е.О. Басюку, Ю.И. Зуенко [2019], с дополнениями за 2019, 2020 гг.)

Fig. 7. Interannual dynamics of PDO index for winter (from Bering Sea Climate: <https://www.beringclimate.noaa.gov/data/BCresult.php>) and the Bering Sea ice cover (from: [Basyuk, Zuenko, 2019], with additions for 2019 and 2020)

продолжительностью жизненного цикла около года (короткоцикловые) и ранние стадии (составляющие мелкую и среднюю фракции), обитающие преимущественно в эписпелагиали, реагируют в большей степени, чем виды, живущие больше года [Волков, 2012б].

В восточной части Берингова моря в холодные годы в большинстве случаев также увеличивалась биомасса холодноводных видов планктона (*Calanus marshallae*, *Neocalanus flemingeri*, *N. cristatus*, *Themisto pacifica* и *T. libellula*) [Волков, 2012в; Волков, Кузнецова, 2013]. При этом массовое появление гиперииды *T. libellula*, совпадающее с периодом холодных лет, наблюдали не только в восточной части моря, но и в западной [Волков и др., 2009; Волков, 2012а–в].

В межгодовой динамике обилия щетинкочелюстных, среди которых доминирует длинноцикловый вид *Sagitta elegans*, выделяются периоды повышенной их биомассы и доли в планктоне в 1996–2000 гг. и пониженной — в последующие годы [Дулепова, 2021]. В глубоководных районах высокую долю сагитт (более 50 % общей биомассы планктона) отмечали также летом и осенью 2008–2009 гг., повышенной она была и в 2014 и 2017–2018 гг. (рис. 4–6). На межгодовую изменчивость биомассы этого вида в наибольшей степени оказывает влияние динамика вод, от которой зависит как перенос особей из других акваторий, так и воспроизводство [Дулепова, 2021].

Таким образом, синхронного изменения количественных показателей сразу всех видов планктона в ту или иную сторону в зависимости от типа лет не происходит, что обусловлено неодинаковой реакцией экологически разных видов на климато-океанологические изменения. В берингоморских районах даже в годы, одинаковые по термическим условиям, общая удельная биомасса зоопланктона различалась в 2 раза и более.

В целом полученные в 2002–2020 гг. данные и сравнение их с предыдущими годами подтвердили выводы других исследователей [Волков, 2014, 2016а; Шунтов, 2016] о том, что в структуре планктонных сообществ глубоководных берингоморских котловин и наваринского района каких-либо масштабных и устойчивых изменений в разные по климато-океанологическим условиям периоды лет не произошло.

Трофическая структура планктона. Для анализа структурных изменений, происходящих в планктонном сообществе, были рассчитаны количественные показатели

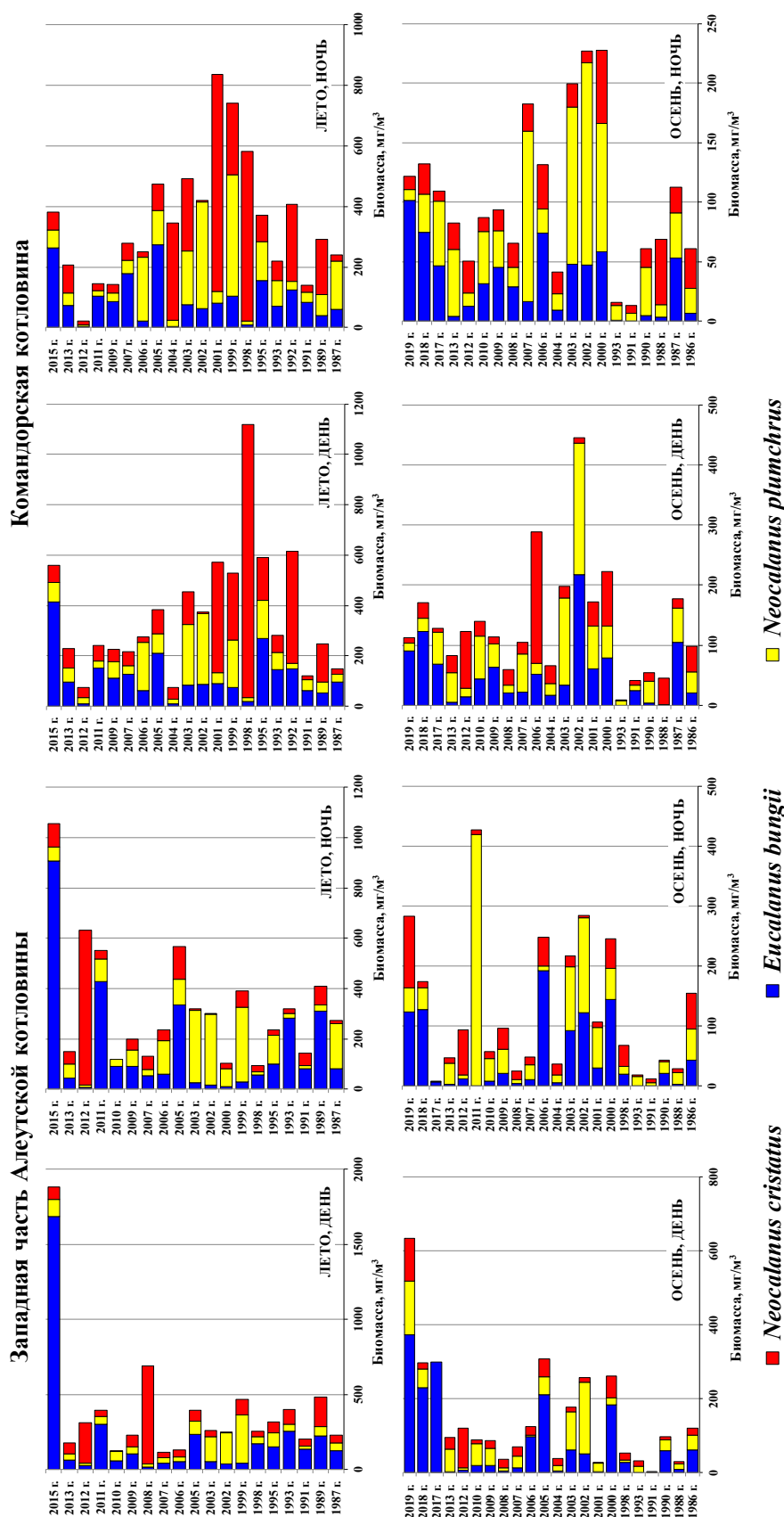


Рис. 8. Межгодовая динамика биомассы наиболее массовых видов копепоид (всех размерных групп) в светлое и темное время суток в эпипелагиали (0–200 м) в западной части Алеутской и Командорской котловинах летом и осенью
 Fig. 8. Interannual dynamics of biomass (mg/m³ in day and night, separately) for the most abundant species of copepods within the epipelagic layer of 0–200 m in the Commander Basin and the western part of the Aleutian Basin in summer and fall

трех функциональных групп планктона: преимущественно фитофаги, преимущественно зоофаги и эврифаги — и проанализирована их сезонная и межгодовая динамика.

Сезонная динамика количественного соотношения трофических группировок характеризуется более высокими показателями обилия фитофагов в летний период по сравнению с осенью, а эврифагов и зоофагов, напротив, в осенний. Динамику биомассы фитофагов определяли главным образом растительноядные копеподы, эврифагов — эвфаузииды и копеподы, а зоофагов — сагитты и в некоторые годы гиперииды и хищные копеподы. Летом среднемноголетняя доля фитофагов в верхней эпипелагиали разных районов составляла 52–68 % биомассы всего планктона (рис. 9).

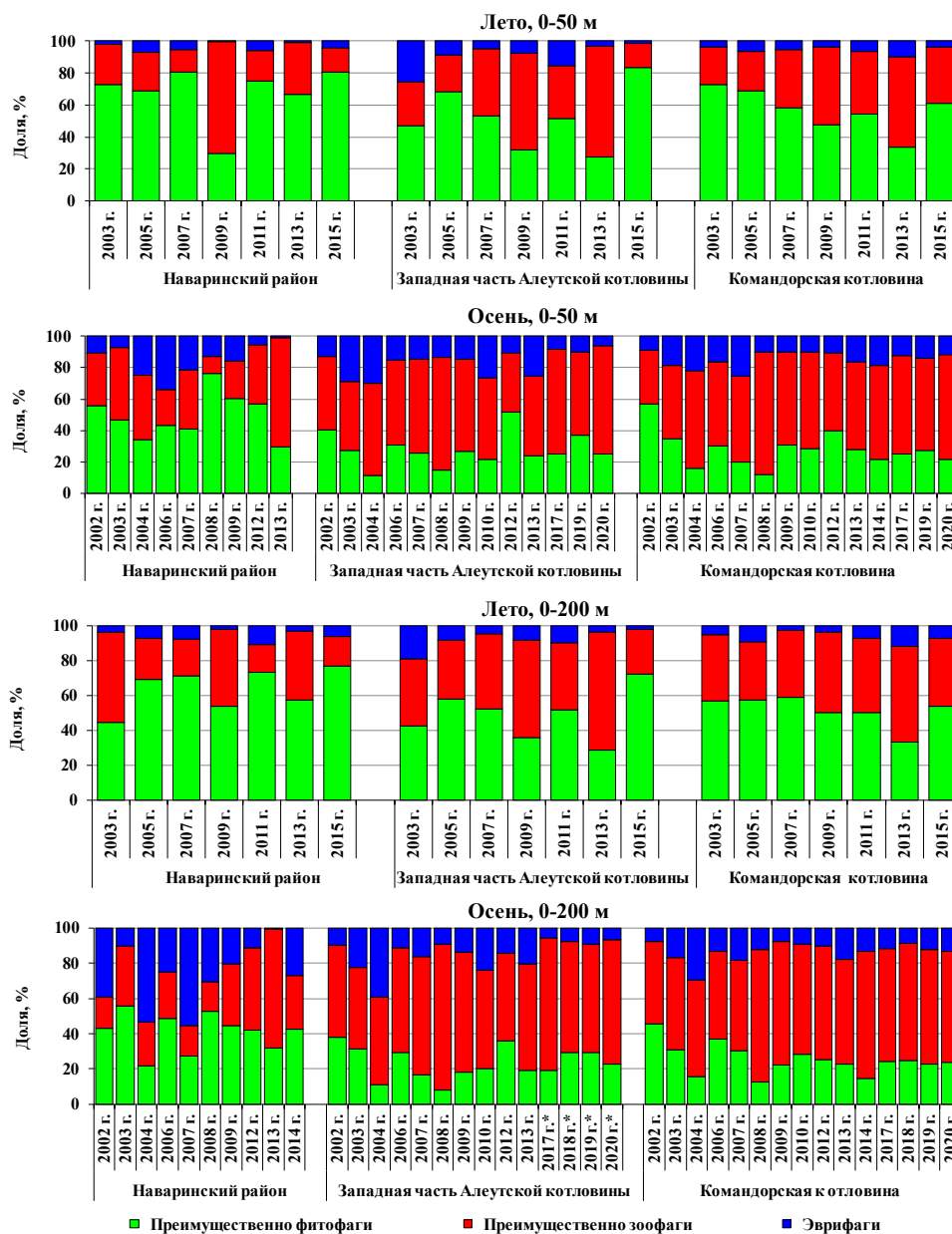


Рис. 9. Межгодовая динамика соотношения трофических группировок зоопланктона в слоях эпипелагиали 0–50 и 0–200 м в глубоководных котловинах и наваринском районе летом и осенью

Fig. 9. Interannual dynamics of the zooplankton trophic groups percentage for the layers of 0–50 and 0–200 m in the deep-water basins and the area at Cape Navarin in summer and fall

Осенью доля этой группировки в планктоне снижается: в глубоководных районах в среднем до 28 % и в наваринском — до 42 %. Это обусловлено изменением обилия копепод, их сезонным вертикальным перераспределением, а также естественной смертностью и выеданием их хищниками различных порядков. Осенние перестройки в трофической структуре связаны также и с увеличением биомассы эврифагов (главным образом за счет обилия и перераспределения разных размерных групп эвфаузиевых рачков по вертикали) и зоофагов (за счет соматического роста и увеличения биомассы сагитт, гипериид и хищных копепод, например *Oithona similis*).

В межгодовой динамике в глубоководных котловинах повышенную биомассу и долю фитофагов в планктоне наблюдали летом 2003, 2005 и 2015 гг., пониженную — в холодный тип лет в 2007–2013 гг. В осенний период обилие фитофагов даже в смежные годы может различаться в 2–3 раза. В этих же пределах летом и осенью изменялось обилие эври- и зоофагов. Увеличение биомассы и доли зоофагов прослеживается летом в 2009, 2013 и 2015 гг. и осенью в 2008 и 2017–2020 гг. Следует отметить, что летом 2015 г. обилие сагитт было ниже, чем в другие годы, тем не менее биомасса зоофагов была повышенной, главным образом за счет копепод *O. similis* и гипериид *T. pacifica*.

Сопоставление продукции хищного (зоофаги) и нехищного (фито- и эврифаги) зоопланктона летом и осенью в верхней эпипелагиали разных районов показало следующее. Несмотря на то что для большинства видов нехищного планктона характерны довольно высокие темпы продуцирования, что позволяет им довольно быстро наращивать свою биомассу и «уравновешивать» биомассу хищного планктона, летом 2009 г. в наваринском районе и в 2009 и 2013 гг. в западной части Алеутской котловины продукция хищного планктона была выше продукции фито- и эврифагов (табл. 4). По данным Е.П. Дулеповой [2014] в рассматриваемых районах величина «реальной» продукции зоопланктона в 2013 г. была отрицательной. Высокая доля хищного планктона в эти годы в определенной степени может отражаться на условиях нагула нектона.

Таблица 4
Продукция трофических группировок зоопланктона в слое эпипелагиали 0–50 м западной части Берингова моря летом, тыс. т

Table 4

Production of zooplankton trophic groups within the layer of 0–50 m in the western Bering Sea in summer, 10³ t

Трофическая группировка	2003 г.	2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.
<i>Командорская котловина</i>							
2-й TL фитофаги	69 912	34 022	22 102	18 894	19 201	17 296	36 810
3-й TL эврифаги	3 277	4 773	2 257	1 356	3 117	5 019	3 003
3-й и 4-й TL зоофаги	12 014	9 983	10 675	12 591	11 287	16 526	23 726
Соотношение ($P_{\phi} + P_3$)/ P_3	6,1	3,9	2,3	1,6	2,0	1,4	1,7
<i>Западная часть Алеутской котловины</i>							
2-й TL фитофаги	31 785	34 528	13 739	13 801	14 794	10 880	84 702
3-й TL эврифаги	16 452	6 281	1 101	3 683	7 320	1 237	2 379
3-й и 4-й TL зоофаги	10 506	9 806	7 401	18 679	9 072	17 251	21 696
Соотношение ($P_{\phi} + P_3$)/ P_3	4,6	4,2	2,0	0,9	2,4	0,7	4,0
<i>Наваринский шельф</i>							
2-й TL фитофаги	1 367	3 018	4 603	1 113	4 603	3 924	6 209
3-й TL эврифаги	39	460	216	5	396	49	411
3-й и 4-й TL зоофаги	391	908	602	2 781	750	1 106	1 330
Соотношение ($P_{\phi} + P_3$)/ P_3	3,6	3,8	8,0	0,4	6,7	3,6	5,0

Примечание. TL — трофический уровень; P_{ϕ} — продукция фитофагов; P_3 — продукция эврифагов; P_3 — продукция зоофагов.

Осенью у многих видов зоопланктона (в частности *Th. raschii*, *E. bungii*, *M. pacifica*) темпы продуцирования даже выше, чем летом, но у некоторых массовых видов эвфаузиид и копепод они снижаются [Шебанова, 2007; Шебанова, Чучукало, 2009; Шебанова и др., 2012, 2014; Чучукало и др., 2013]. В то же время среди хищных

планктеров продукция гиперииды *T. pacifica* в осенний период повышается. Кроме этого, как уже отмечалось выше, в течение осеннего сезона происходят перераспределение по вертикали (в том числе миграции на глубину), выедание хищниками и естественная элиминация копепод и эвфаузиид, что также отражается на общем объеме осенней продукции фитофагов и эврифагов. Поэтому в этот период в глубоководных районах продукция хищного зоопланктона в большинстве случаев превышает продукцию нехищного (табл. 5). В наваринском районе за счет обилия эвфаузиид и, вероятно, их транспорта из смежных районов, а также более низкой по сравнению с котловинами биомассы сагитт продукция фито- и эврифагов, наоборот, была выше продукции зоофагов, за исключением 2013 г., когда в планктоне данного района эвфаузииды отсутствовали.

Наблюдаемое осенью почти во все годы исследований превышение продукции зоофагов над продукцией фито- и эврифагов может свидетельствовать о сезонных сукцессиях, происходящих в эпипелагических планктонных сообществах, которые в совокупности с вертикальными суточными миграциями и транспортом планктона из смежных районов определяют соотношение трофических элементов планктонных сообществ.

Запас кормовых ресурсов. Общий запас кормовой базы и соотношение групп в ее составе являются одними из важнейших факторов, определяющих условия нагула, сроки и длительность нагульных миграций рыб и кальмаров. Берингово море по валовому запасу планктона занимает первое место из всех дальневосточных водоемов [Шунтов, 2001; Дулепова, 2002; Волков, 2015; Волвенко, 2017]. Запасы зоопланктона в эпипелагиали глубоководных районов в летне-осенний период для разных периодов лет оцениваются в 66–111 млн т, а в наваринском — в 5–7 млн т [Волков, 2016а, б].

Однако слоем преимущественного обитания и нагула тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus*, молоди минтая *Gadus chalcogrammus*, северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius*, сельди *Clupea pallasii* и других рыб, а также молоди кальмаров является верхняя эпипелагиаль. К поверхности в темное время суток поднимаются и мезопелагические рыбы. Следует отметить, что в водах с холодным промежуточным слоем повышенные концентрации планктона наблюдаются в поверхностной водной массе (50–0 м), а второй пик располагается глубже нижней границы холодной промежуточной водной массы (150–300 м днем и 150–200 м ночью) [Куликов, 1993; Шунтов, 2001; Косенок, Свиридов, 2006]. Поэтому для оценки пищевой обеспеченности эпипелагических видов и групп nekтона первостепенное значение имеет количество кормовых ресурсов именно в верхней эпипелагиали. Но поскольку планктонные ресурсы верхней толщи воды постоянно пополняются за счет суточных вертикальных миграций зоопланктона с нижних слоев эпипелагиали, то для интерпретации некоторых показателей (в частности коэффициентов использования отдельных групп планктона) целесообразно использовать также информацию об обилии планктона во всем слое эпипелагиали.

Запас зоопланктона в верхней эпипелагиали в глубоководных котловинах западной части моря для лета оценен в 39 млн т, а в осенний период он снижался в среднем в 1,7 раза. В наваринском районе среднегодовое значение показателя летом и осенью составил соответственно 1,7 и 1,3 млн т (табл. 6, 7). Рассчитанный среднегодовое значение (для 2002–2020 гг.) запас зоопланктона во всем слое эпипелагиали глубоководной западной части моря летом и осенью оценен в 76,9 и 55,4 млн т, а в наваринском районе — 5,1 и 4,8 млн т в эти сезоны.

Показатель обилия зоопланктонных кормовых ресурсов, рассчитанный на единицу площади всех трех районов, летом в слоях воды 0–50 и 0–200 м составил соответственно 83 и 179 т/км², а осенью — 51 и 122 т/км². Оценки, полученные для Берингова моря, оказались того же порядка, что и в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов, где среднегодовое значение биомассы зоопланктона летом составила 87 и 169 т/км² в слоях эпипелагиали 0–50 и 0–200 м.

Таблица 5
Продукция трофических группировок зоопланктона в слое эпипелагиали 0–50 м западной части Берингова моря осенью в 2002–2020 гг., тыс. т
Table 5
Production of zooplankton trophic groups within the layer of 0–200 m in the western Bering Sea in summer of 2002–2020, 10³ t

Трофическая группировка	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2017 г.	2019 г.	2020 г.
<i>Командорская котловина</i>														
2-й ТЛ фитофаги	51 453	19 656	5 225	13 595	9 425	5 905	8 408	15 606	17 172	15 198	7 597	12 117	8 609	9 162
3-й ТЛ эврифаги	7 522	13 317	5 631	5 407	15 166	4 640	2 861	5 823	2 868	8 387	7 081	7 523	3 904	6 722
3-й и 4-й ТЛ зоофаги	15 415	15 868	12 389	15 291	17 529	26 223	10 606	20 600	11 718	20 713	15 732	26 221	15 897	24 431
Соотношение (Р _ф + Р ₃)/Р ₃	3,8	2,1	0,9	1,2	1,4	0,4	1,1	1,0	1,7	1,1	0,9	0,7	0,8	0,7
<i>Западная часть Алеутской котловины</i>														
2-й ТЛ фитофаги	23 971	10 196	2 506	12 448	6 415	3 862	8 686	8 117	19 503	8 749	Н/д	1 178	3 897	8 088
3-й ТЛ эврифаги	7 719	14 708	4 988	5 114	3 957	3 131	3 919	11 891	2 964	9 183	Н/д	516	1 441	2 968
3-й и 4-й ТЛ зоофаги	13 141	10 223	7 941	14 585	9 960	11 080	10 229	10 967	7 655	11 575	Н/д	2 470	4 994	17 621
Соотношение (Р _ф + Р ₃)/Р ₃	2,4	2,4	0,9	1,2	1,0	0,6	1,2	1,8	2,9	1,5	Н/д	0,7	1,1	0,6
<i>Наваринский шельф</i>														
2-й ТЛ фитофаги	3 113	658	775	1 862	1 650	4 745	1 971	Н/д	2 393	1 155	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д
3-й ТЛ эврифаги	1 109	208	467	1 330	1 184	537	517	Н/д	159	17	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д
3-й и 4-й ТЛ зоофаги	1 411	601	639	716	1 017	425	476	Н/д	941	1 442	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д
Соотношение (Р _ф + Р ₃)/Р ₃	3,0	1,4	1,9	4,5	2,8	12,4	5,2	Н/д	2,7	0,8	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д

Примечание. ТЛ — трофический уровень; Р_ф — продукция фитофагов; Р₃ — продукция эврифагов; Р₃ — продукция зоофагов; н/д — нет данных.

Таблица 6

Запас зоопланктона в верхнем слое (0–50 м) эпипелагиали разных районов западной части Берингова моря летом в 2003–2015 гг., тыс. т

Table 6

Stock of zooplankton in the upper epipelagic layer of 0–50 m in the western Bering Sea in summer of 2003–2015, by areas, 10³ t

Состав	2003 г.	2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.	Среднее
<i>Командорская котловина</i>								
МФ + СФ	3 610	7 550	1 448	979	1 409	3 022	14 143	4 595
Копеподы КФ	15 016	7 660	6 911	5 115	7 364	3 873	8 828	7 824
Эвфаузииды КФ	362	540	667	412	575	1 153	125	548
Амфиподы КФ	167	77	59	66	66	150	75	94
Сагитты КФ	3 350	2 906	3 958	5 340	3 580	7 256	3 194	4 226
Прочие КФ	232	818	1 598	1 392	1 567	604	1 259	1 067
Весь зоопланктон	22 737	19 551	14 641	13 304	14 561	16 057	27 624	18 354
<i>Западная часть Алеутской котловины</i>								
МФ + СФ	3 033	7 135	1 569	1 572	1 881	2 043	30 457	6 813
Копеподы КФ	9 048	8 710	3 194	3 635	6 537	2 651	22 402	8 025
Эвфаузииды КФ	867	926	328	1 126	1 004	316	119	670
Амфиподы КФ	357	63	51	145	79	287	165	164
Сагитты КФ	2 193	2 479	2 427	8 300	2 707	6 930	3 619	4 094
Прочие КФ	383	556	851	911	1 341	844	687	796
Весь зоопланктон	15 881	19 869	8 420	15 688	13 547	13 070	57 450	20 561
<i>Наваринский район</i>								
МФ + СФ	198	639	307	118	1 110	425	964	537
Копеподы КФ	287	706	1 214	225	407	659	2 086	798
Эвфаузииды КФ	15	15	29	+	1	167	137	52
Амфиподы КФ	2	2	30	504	6	7	43	85
Сагитты КФ	59	116	143	81	118	395	20	133
Прочие КФ	79	131	74	38	177	97	279	125
Весь зоопланктон	640	1 608	1 797	966	1 819	1 749	3 528	1 730
В трех районах, тыс. т	39 259	41 029	24 857	29 958	29 927	30 875	88 602	40 644
т/км²	80	84	51	61	61	63	181	83

Примечание. Здесь и в табл. 7 МФ — мелкая фракция; СФ — средняя фракция; КФ — крупная фракция зоопланктона; среднее — среднееголетнее значение.

При расчетах степени использования nekтоном кормовой базы за сезон необходимым условием является учет скорости воспроизводства потребляемых групп планктона за этот же отрезок времени. Рассчитанная продукция зоопланктона в верхнем слое эпипелагиали (0–50 м) трех районов изменялась летом от 63 до 180 млн т и осенью от 40 до 125 млн т (рис. 10), а среднееголетние показатели для этих сезонов составили 101 и 71 млн т. При этом продукция наиболее массовых видов эвфаузиид и копепоид в этом слое оценена летом соответственно в 4 и 72 млн т, а осенью — в 6 и 33 млн т этих видов. При интерпретации коэффициентов использования кормовых ресурсов верхнего слоя эпипелагиали рыбами и кальмарами следует учитывать также и количество зоопланктона в слое 50–200 м, поскольку за счет вертикальных миграций планктона происходит постоянное пополнение его запасов в слое 0–50 м. Среднееголетняя продукция зоопланктона в слое эпипелагиали на глубине 50–200 м оценивается в 99 и 146 млн т соответственно за лето и осень (рис. 10). Максимальные межгодовые вариации продукции зоопланктона не превышают 3–4 раз.

Кроме зоопланктона, важными объектами питания nekтона являются молодь и мелкоразмерные виды рыб и кальмаров. Сезонный характер изменений общего обилия мелкоразмерного nekтона в разных районах различается (рис. 11), что обусловлено различной экологией, распределением и динамикой биомассы видов, обитающих в данных районах.

Закпас зоопланктона в верхнем слое (0–50 м) эпипелагиали разных районов западной части Берингова моря осенью в 2002–2020 гг., тыс. т

Таблица 7

Table 7

Stock of zooplankton in the upper epipelagic layer of 0–50 m in the western Bering Sea in autumn of 2002–2020, 10 ³ t														
Состав	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2017 г.*	2019 г.*	Среднее
Командорская котловина														
МФ + СФ	4 055	4 894	1 688	1 780	2 743	2 009	2 773	2 801	1 392	3 040	2 682	5 577	3 240	3 170
Копеподы КФ	11 538	4 205	1 089	3 333	2 964	1 277	1 617	3 718	3 796	2 881	1 363	891	1 709	3 104
Эвфаузииды КФ	1 239	645	1 805	1 443	1 645	1 098	474	753	1 066	1 423	1 280	852	871	1 091
Амфиподы КФ	377	577	324	509	597	409	56	802	620	1 255	717	1 368	840	767
Сagitты КФ	4 257	4 852	3 807	4 409	5 579	10 847	3 697	6 909	3 085	5 292	4 036	3 177	3 117	4 925
Прочие КФ	600	756	299	558	580	1 029	123	541	524	387	844	1 507	382	613
Весь зоопланктон	22 065	15 929	9 012	12 031	14 108	16 669	8 740	15 524	10 482	14 278	10 923	16 018	10 159	13 661
Западная часть Алеутской котловины														
МФ + СФ	2 761	4 204	668	1 612	1 354	776	2 007	2 194	633	2 224	Н/д	427	1 005	1 843
Копеподы КФ	5 370	2 181	547	3 404	1 561	921	1 485	2 341	4 559	1 694	Н/д	326	909	2 406
Эвфаузииды КФ	769	633	1 662	899	450	826	854	666	778	1 446	Н/д	33	133	898
Амфиподы КФ	196	403	325	483	419	219	113	441	355	668	Н/д	56	387	362
Сagitты КФ	4 642	2 989	2 571	4 371	3 043	4 445	4 265	3 669	2 364	3 199	Н/д	557	935	3 556
Прочие КФ	591	483	141	250	233	396	157	418	118	486	Н/д	235	122	327
Весь зоопланктон	14 329	10 894	5 914	11 020	7 060	7 583	8 880	9 730	8 807	9 718	Н/д	1 634	3 491	9 393
Наваринский район														
МФ + СФ	988	379	210	416	384	486	351	Н/д	100	235	Н/д	Н/д	Н/д	394
Копеподы КФ	556	65	149	444	361	737	509	Н/д	515	196	Н/д	Н/д	Н/д	392
Эвфаузииды КФ	97	1	108	206	194	643	70	Н/д	173	0	Н/д	Н/д	Н/д	166
Амфиподы КФ	12	24	19	21	14	9	1	Н/д	31	0	Н/д	Н/д	Н/д	15
Сagitты КФ	498	195	207	208	362	150	169	Н/д	391	488	Н/д	Н/д	Н/д	297
Прочие КФ	152	11	12	145	148	7	3	Н/д	4	209	Н/д	Н/д	Н/д	77
Весь зоопланктон	2 303	674	706	1 440	1 464	2 032	1 103	Н/д	1 214	1 129	Н/д	Н/д	Н/д	1 341
Всего в трех районах:	38 697	27 497	15 632	24 491	22 632	26 284	18 724	25 254	20 503	25 124	10 923	17 652	13 650	24 394
тыс. т														
т/км ²	79	56	32	50	46	54	38	56	42	51	44	63	38	51

Примечание. Н/д — нет данных, исследования не проводились.

* В 2017–2020 гг. обследовалась не вся площадь Алеутской котловины, соответственно запас зоопланктона рассчитан на обследованную площадь, а среднемноголетние показатели для этого района только для 2002–2013 гг.

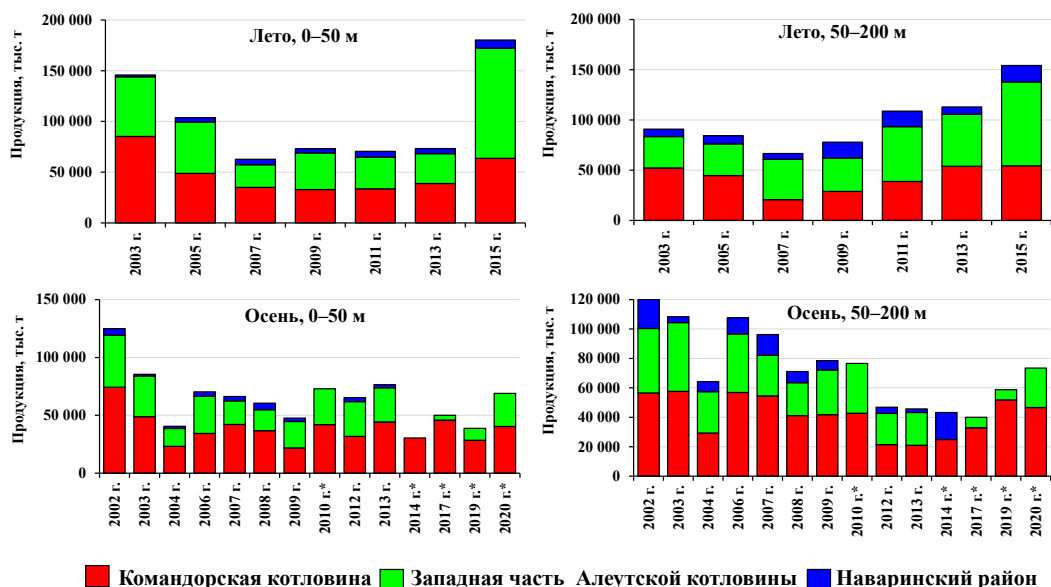


Рис. 10. Межгодовая динамика продукции зоопланктона в слоях эпипелагиали 0–50 и 50–200 м в глубоководных котловинах и наваринском районе летом и осенью 2002–2020 гг. * Обследовалась не вся площадь районов, в 2018 г. исследования проводили только в слое 0–200 м

Fig. 10. Interannual dynamics of zooplankton production in the epipelagic layers of 0–50 and 50–200 m within the deep-water basins and the area at Cape Navarin in summer and autumn of 2002–2020 (0–200 m only in 2018). * The area was partially surveyed

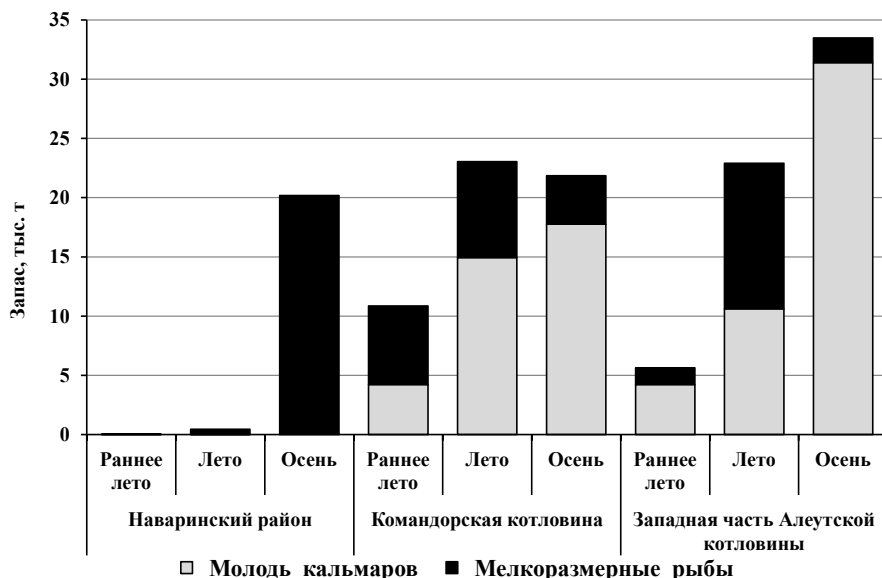


Рис. 11. Сезонная динамика запаса молоди и мелкоразмерных видов nektona в верхней эпипелагиали разных районов западной части Берингова моря в 2002–2020 гг.

Fig. 11. Seasonal dynamics of the stock of juveniles and small-sized species of nekton in the upper epipelagic layer of the western Bering Sea in the 2002–2020, by areas, 10^3 t

В глубоководных берингоморских котловинах среди мелкоразмерного nektona доминируют главным образом светлоперый стенобрах *Stenobrachius leucopsams*, серебрянка *Leuroglossus schmidtii*, молодь северного одноперого терпуга и молодь кальмаров, а в некоторые годы и трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* [Заволокин, Глебов, 2009]. Молодь северного одноперого терпуга в верхней эпипелагиали глубоководных

районов массово появляется летом [Мельников, Ефимкин, 2003]. По среднемноголетним данным удельная биомасса этого вида с июня к августу-сентябрю увеличивается почти в 30 раз, достигая в Командорской и западной части Алеутской котловины 19,0 и 10,8 кг/км². Обилие колюшки также возрастает осенью, составляя в Командорской котловине 0,99 кг/км² [Naydenko, Somov, 2019].

Среди молодежи головоногих моллюсков наиболее многочисленна молодежь северного кальмара *Boreoteuthis borealis*. В Командорской котловине ее среднемноголетняя удельная биомасса в раннелетний период оценена в 8,8 кг/км², а в летний и осенний периоды — в 36,4 и 69,3 кг/км². В западной части Алеутской котловины показатели обилия молодежи данного вида были выше, составляя 3,1, 43,5 и 131,5 кг/км² соответственно в раннелетний, летний и осенний периоды. Молодь других кальмаров в верхней эпипелагиали в большом количестве появляется летом [Naydenko, Somov, 2019].

В наваринском районе среди мелкоразмерного нектона наиболее обильны мойва *Mallotus villosus*, песчанка *Ammodytes hexapterus*, молодежь минтая и донных рыб. Следует отметить, что в этом районе показатели обилия мелкоразмерных групп и видов рыб выше, чем в глубоководных районах (см. рис. 11). Общий запас мелкоразмерного нектона (с учетом площади районов) в верхнем слое эпипелагиали Командорской котловины оценен в 23 и 22 тыс. т соответственно летом и осенью, в западной части Алеутской котловины — в 23 и 34 тыс. т, а в наваринском районе — в 0,5 и 20,0 тыс. т в эти сезоны. В сезонной динамике обилие мелкоразмерных рыб и кальмаров от раннего лета (июнь) к осени (сентябрь-октябрь) увеличивается в Командорской и западной части Алеутской котловины соответственно в 2 и 6 раз, а в наваринском районе значительно (рис. 11).

Общий среднемноголетний запас зоопланктона (без учета продукции) и мелкоразмерного нектона в верхнем слое эпипелагиали глубоководных котловин и наваринского района летом оценен в 41 млн т, а осенью — в 24 млн т. Однако, несмотря на обилие в беринговоморских районах молодежи и мелкоразмерных видов нектона, первостепенное значение в питании рыб и кальмаров имеет крупноразмерный зоопланктон, главным образом эвфаузииды, копеподы, амфиподы и птероподы, а для некоторых видов нектона и желтелые. Совокупный запас этих групп составляет почти половину общих запасов планктонных ресурсов — 20 и 10 млн т соответственно летом и осенью.

Заключение

Берингово море является районом промысла многих ценных видов рыб и кальмаров, успешность нагула которых обеспечивается составом, обилием и доступностью кормовых ресурсов, основу которых составляет зоопланктон. В настоящем исследовании по многолетним данным определены сезонная и межгодовая динамика, запас и продукция планктона и мелкоразмерного нектона верхней эпипелагиали глубоководных Командорской и западной части Алеутской котловин и наваринского района.

В сезонной динамике зоопланктонных ресурсов разница между летними и осенними показателями удельной биомассы в слое эпипелагиали 0–50 м в Командорской и западной части Алеутской котловин, а также наваринского района составила соответственно 1,3, 2,1 и 1,3 раза, а в слое 0–200 м — 1,3 и 1,8 и 1,1 раза. Снижение обусловлено осенним перераспределением копепод и хетогнат по вертикали, их выеданием различными потребителями и естественной элиминацией. На фоне уменьшения биомассы этих групп зоопланктона отмечается увеличение в течение летне-осеннего периода амфипод и гиперид. Их максимальные биомассы наблюдаются в сентябре-октябре, при этом в слое 0–50 м обилие амфипод от раннего лета к осени увеличивается в среднем в 5–6 раз, а эвфаузиид — в 2–6 раз. Наиболее значительное увеличение количества эвфаузиид отмечается в наваринском районе.

Межгодовые изменения обилия зоопланктона в летний и осенний периоды в разных районах составили 2–3 раза в слое 0–50 м и 4–5 раз в слое 0–200 м, за исключением 2015 г., когда в планктоне отмечали значительное количество копепод и раз-

ница в показателях смежных лет была наиболее заметна. В некоторые годы, особенно выделяющиеся по аномалиям климатических показателей (теплые или холодные), наблюдается обилие зоопланктонных видов, принадлежащих к тепловодным или холодноводным группировкам. Но даже в пределах одного типа лет изменчивость в обилии этих видов могла быть существенной, что свидетельствует о динамичности среды обитания планктеров и многофакторном влиянии на их количественное развитие. Непосредственное влияние термических условий на показатели планктонных сообществ особенно сложно выявить в глубоководных районах с высокой динамичностью вод. Тем не менее в западной части моря при смене (по гидрологическим условиям) типов лет наблюдается изменение ранжирования доминирующих видов планктона. При этом повышенная общая биомасса планктона чаще всего отмечается в теплый период лет.

Летом в рассматриваемых районах нехищного планктона (фито- и эврифагов) больше, чем хищного (зоофагов). Однако в некоторые годы, в частности в 2009 г. в наваринском районе, и в 2009 и 2013 гг. в западной части Алеутской котловины, и в летний период наблюдалась высокая доля хищного планктона, что могло отразиться на условиях нагула рыб и кальмаров. Осенью отмечается превышение продукции зоофагов над продукцией фито- и эврифагов вследствие происходящих сезонных сукцессий в планктонных сообществах эпипелагиали.

Общие запасы кормовых ресурсов, включающие зоопланктон и мелкоразмерный нектон, для верхнего слоя эпипелагиали глубоководных котловин и наваринского района летом оценены в 41 млн т, а осенью — в 24 млн т. Рассчитанное среднемноголетнее значение продукции зоопланктона в этих районах в 50-метровом слое составляет летом 101 млн т, а осенью — 64 млн т, из них почти половина — важные в кормовом отношении группы планктона.

Таким образом, данные о состоянии, динамике и продукции планктонных сообществ свидетельствует о значительных запасах кормовых планктонных ресурсов для рыб и кальмаров верхней эпипелагиали глубоководных Командорской и западной части Алеутской котловин и наваринского района. Полученные оценки обилия кормовой базы позволили определить условия нагула и пищевую обеспеченность рыб и кальмаров в рассматриваемых районах в летне-осенний период. Результаты этих исследований представлены во втором сообщении.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают глубокую признательность профессору д.б.н. В.П. Шунтову и д.б.н. А.Ф. Волкову за ценные критические замечания, а также научным сотрудникам ТИНРО, принимавшим участие в сборе и обработке гидробиологической и другой информации, которая использована в настоящей статье.

Authors are deeply grateful to Prof. V.P. Shuntov and Dr. A.F. Volkov for their valuable critical comments and to their colleagues who collected and processed zooplankton and other samples which data were analyzed in this study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.
The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were implemented.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

С.В. Найденко — расчет количественных показателей, анализ результатов и написание статьи; А.А. Сомов — расчет количественных показателей; Н.А. Кузнецова, М.А. Шебанова — обработка планктонных и трофологических проб.

S.V. Naydenko — calculations of quantitative parameters, their analysis and writing of the text; A.A. Somov — calculations of quantitative parameters; N.A. Kuznetsova and M.A. Shebanova — processing of zooplankton and trophic samples.

Список литературы

Балыкин П.А. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря : моногр. — М. : ВНИРО, 2006. — 143 с.

Басюк Е.О., Зуенко Ю.И. Берингово море 2018 — экстремально малоледовитый и теплый год // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 198. — С. 119–142. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-198-119-142.

Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 3. ГИС, атласы, справочники, новые перспективы // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 157. — С. 100–126.

Волвенко И.В. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 132. — С. 27–42.

Волвенко И.В. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.

Волвенко И.В. Сравнение дальневосточных морей и северной части Тихого океана по интегральным характеристикам сетного зоопланктона эпипелагиали // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 188. — С. 37–53. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-188-37-53.

Волков А.Ф. Интегральные значения биомассы и запаса зоопланктона в эпипелагиали 71 района севера Тихого океана, включая Берингово и Охотское моря, и схемы распределения массовых видов // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 180. — С. 140–160.

Волков А.Ф. О методике взятия проб зоопланктона // Изв. ТИНРО. — 1996. — Т. 119. — С. 306–311.

Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Часть 1. Восточные районы // Изв. ТИНРО. — 2012а. — Т. 169. — С. 45–66.

Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Часть 2. Западные районы // Изв. ТИНРО. — 2012б. — Т. 170. — С. 151–171.

Волков А.Ф. Массовое появление *Themisto libellula* в северной части Берингова моря: «вторжение» или «вспышка»? // Изв. ТИНРО. — 2012в. — Т. 168. — С. 142–151.

Волков А.Ф. Состояние кормовой базы тихоокеанских лососей в Беринговом море в 2003–2012 гг. (по результатам работ международных экспедиций BASIS-1 и 2) // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 250–271.

Волков А.Ф. Среднегодолетние характеристики зоопланктона Охотского и Берингова морей и СЗТО (межгодовые и сезонные значения биомассы, доминирование) // Изв. ТИНРО. — 2008а. — Т. 152. — С. 253–270.

Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию nekтона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. — 2008б. — Т. 154. — С. 405–416.

Волков А.Ф. Элементарная трофология тихоокеанских лососей в Беринговом море. Видовые и региональные отличия. Обеспеченность пищей при различных условиях среды. // Изв. ТИНРО. — 2016а. — Т. 187. — С. 162–186. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-187-162-186.

Волков А.Ф. Таблицы и графики по трофологии минтая западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2016б. — Т. 185. — С. 175–184.

Волков А.Ф., Ефимкин А.Я., Кузнецова Н.А. Характеристика планктонного сообщества Берингова моря и некоторых районов северной части Тихого океана в период 2002–2006 гг. // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 151. — С. 338–364.

Волков А.Ф., Ефимкин А.Я., Кузнецова Н.А., Слабинский А.М. Характеристика планктонного сообщества Берингова моря в осенний период 2003 г. (результаты работы российско-японско-американской экспедиции по программе «BASIS») // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 139. — С. 282–307.

Волков А.Ф., Кузнецова Н.А. Межгодовая динамика четырех видов копепод крупной фракции и их роль в питании нектона в восточной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 173. — С. 209–222.

Волков А.Ф., Farley E.V., Murphy J.M. Возможна ли стабилизация в планктонном сообществе восточной части Берингова моря? // Бюл. № 4 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2009. — С. 159–166.

Горбатенко К.М. Состав и структура планктонных сообществ Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2021. — Т. 201, вып. 1. — С. 158–176. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-158-176.

Горбатенко К.М. Трофодинамика гидробионтов в Охотском море : дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток, 2018. — 468 с.

Датский А.В. Сырьевая база рыболовства и ее использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 1. Суммарный прогнозируемый и фактический вылов водных биологических ресурсов за период с 2000 по 2015 г. // Тр. ВНИРО. — 2019. — Т. 175. — С. 130–152.

Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 810–889.

Дулепова Е.П. Динамика продукционных показателей зоопланктона в северо-западной части Берингова моря в современный период // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 187. — С. 187–196. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-187-187-196.

Дулепова Е.П. Динамика продукционных показателей зоопланктона как основы кормовой базы нектона в западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 236–249. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-179-236-249.

Дулепова Е.П. Роль *Sagitta elegans* (Chaetognatha) в сообществах зоопланктона западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2021. — Т. 201, вып. 2. — С. 425–439. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-425-439.

Дулепова Е.П. Состояние планктонных сообществ и кормовая обеспеченность минтая в северо-западной части Берингова моря в современный период // Тр. ВНИРО. — 2018. — Т. 174. — С. 91–104.

Дулепова Е.П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. — 274 с.

Заволокин А.В., Глебов И.И. Обилие мелкоразмерного нектона в западной части Берингова моря по данным траловых учетов и по модельным оценкам // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 156. — С. 95–116.

Косенок Н.С., Свиридов В.В. Питание и вертикальные миграции некоторых массовых видов мезопелагических рыб в Беринговом море осенью 2004 г. // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 146. — С. 67–79.

Куликов А.С. Зоопланктон Берингова моря и его роль в функционировании планктонного сообщества : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1993. — 24 с.

Лучин В.А., Соколов О.В. Межгодовая изменчивость и возможность прогноза термического состояния деятельного слоя вод Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 151. — С. 312–337.

Мельников И.В., Ефимкин А.Я. Молодь северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в эпипелагиали глубоководных районов северной части Тихого океана // Вопр. ихтиол. — 2003. — Т. 43, № 4. — С. 469–482.

Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана : моногр. — М. : ВНИРО, 2012. — 374 с.

Найденко С.В., Хоружий А.А. Трофодинамика нектонных сообществ эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в летний и зимний периоды // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 188. — С. 181–203. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-188-181-203.

Пономарева Л.А. Биология эвфаузиид Мирового океана : моногр. — М. : Наука, 1990. — 212 с.

Сетной зоопланктон западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1986–2013 / А.Ф. Волков, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — 1153 с.

Сомов А.А. Сезонная динамика обилия и видового состава нектона верхней эпипелагиали западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 3–24. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-189-3-24.

Хен Г.В., Басюк Е.О., Сорокин Ю.Д. и др. Термические условия на поверхности Берингова и Охотского морей в начале 21-го века на фоне полувековой изменчивости // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 153. — С. 254–263.

Хен Г.В., Сорокин Ю.Д. Сезонные особенности многолетних изменений ТПО в северной части Тихого океана и в отдельных его областях // Вопр. промысл. океанол. — 2008. — Вып. 5, № 1. — С. 164–183.

Хен Г.В., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д. Изменчивость и взаимосвязь основных климатических индексов для северной части Тихого океана: тренды, климатические сдвиги, корреляции // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 199. — С. 163–178. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-199-163-178.

Чучукало В.И., Шебанова М.А., Дулепова Е.П., Горбатенко К.М. Жизненные циклы, соматическая продукция эвфаузиид в Охотском море // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 173. — С. 164–183.

Шебанова М.А. Продукция некоторых массовых видов копепод в Охотском море в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 148. — С. 221–237.

Шебанова М.А. Продукция основных групп планктона Охотского и Берингова морей в летне-осенний период // Мат-лы 3-й Нац. науч.-техн. конф. «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» [электронный ресурс]. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2020. — С. 87–94.

Шебанова М.А. Соматическая продукция и жизненные циклы сагитты *Parasagitta elegans* в Охотском и Беринговом морях // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : мат-лы 4-й междунар. науч.-техн. конф. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2016. — Ч. 1. — С. 218–222.

Шебанова М.А., Дулепова Е.П., Чучукало В.И. Некоторые черты биологии и продукционные характеристики *Eucalanus bungii* в Охотском и Беринговом морях // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 281–293.

Шебанова М.А., Чучукало В.И. Биология *Calanus glacialis* в дальневосточных морях // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 156. — С. 203–217.

Шебанова М.А., Чучукало В.И., Горбатенко К.М. Жизненные циклы, соматическая продукция гипериид в Охотском и Беринговом морях // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 176. — С. 155–176. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-176-155-176.

Шебанова М.А., Чучукало В.И., Дулепова Е.П. Некоторые черты биологии и продукционные характеристики *Oithona similis* (Copepoda) в Охотском и западной части Берингова морей // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 231–243.

Шебанова М.А., Чучукало В.И., Дулепова Е.П. Некоторые черты биологии и продукционные характеристики *Pseudocalanus newmani* (Copepoda) в Охотском и Беринговом морях // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 170. — С. 172–183.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.

Шунтов В.П., Волвенко И.В. Дополнения к количественным оценкам зоопланктона дальневосточных морей и сопредельных вод Северной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 191. — С. 130–146. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-191-130-146.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я. Состав и современное состояние сообществ рыб пелагиали западной части Берингова моря // Биол. моря. — 1988. — № 2. — С. 56–65.

Шунтов В.П., Иванов О.А. Климатические изменения и современное состояние биоты российских вод дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 83–107. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-83-107.

Шунтов В.П., Свиридов В.В. Экосистемы Берингова моря на рубеже 20 и 21-го веков // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 142. — С. 3–29.

Шунтов В.П., Темных О.С. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, ее обуславливающие. Сообщение 1. Ретроспективный анализ и обзор представлений о закономерностях в динамике популяций и сообществ Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2008а. — Т. 155. — С. 3–32.

Шунтов В.П., Темных О.С. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, ее обуславливающие. Сообщение 2. Современный статус пелагических и донных сообществ Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2008б. — Т. 155. — С. 33–65.

Coyle K.O., Pinchuk A.I. Annual cycle of zooplankton abundance, biomass, and production on the northern Gulf of Alaska shelf, October 1997 through October 2000 // *Fish. Oceanogr.* — 2003. — Vol. 12, Iss. 4–5. — P. 327–338.

Lauth R. Annual eastern Bering Sea bottom trawl survey: ground fish // Alaska Fish. Sci. Center, Quarterly Rep. — Seattle, 2007. — P. 21–23.

Naydenko S.V., Somov A.A. Seasonal trophodynamics of the upper epipelagic nekton community in the western Bering Sea // *J. Ichthyol.* — 2019. — Vol. 59, № 5. — P. 786–804. DOI: 10.1134/S0032945219050096.

Volvenko I.V. A database of net zooplankton of the Far East seas and adjacent Pacific Ocean waters // *Earth Syst. Sci. Data. Discuss.* [preprint]. — 2021. DOI: 10.5194/essd-2021-29.

References

Balykin, P.A., *Sostoyaniye i resursy rybolovstva v zapadnoy chasti Beringova morya* (Status and resources of fisheries in the western part of the Bering Sea), Moscow: VNIRO, 2006.

Basyuk, E.O. and Zuenko, Yu.I., Bering Sea: 2018 as the extreme low-ice and warm year, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 198, pp. 119–142. doi 10.26428/1606-9919-2019-198-119-142

Volvenko, I.V., Dataware support of comprehensive studies of Northwestern Pacific aquatic biological resources. Part 3. GIS, atlases, reference books, further prospects of the concept, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 157, pp. 100–126.

Volvenko, I.V., Morphometric characteristic of standard biostatistical regions for biocenological researches of Russian fishing zone on Far East, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2003, vol. 132, pp. 27–42.

Volvenko, I.V., Problems in quantitative estimation of fish abundance by trawl sampling, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1998, vol. 124, pp. 473–500.

Volvenko, I.V., Comparative study of the Far-Eastern Seas and the North Pacific by integral parameters of net zooplankton in the epipelagic layer, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 188, pp. 37–53. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-188-37-53

Volkov, A.F., Integral values of biomass and stock of zooplankton in the epipelagic layer of the area 71 in the North Pacific, including the Bering and Okhotsk Seas, and patterns of distribution for mass species, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 180, pp. 140–160.

Volkov, A.F., Method of zooplankton sampling, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1996, vol. 119, pp. 306–311.

Volkov, A.F., Results of zooplankton research in the Bering Sea under NPAFC program (expedition BASIS). Part 1. Eastern areas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 169, pp. 45–66.

Volkov, A.F., Results of the studies on zooplankton in the Bering Sea under NPAFC program (expedition BASIS). Part 2. Western areas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 170, pp. 151–171.

Volkov, A.F., Mass development of *Themisto libellula* in the northern Bering Sea: invasion or bloom?, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 168, pp. 142–151.

Volkov, A.F., State of forage base for pacific salmon in the Bering Sea in 2003–2012 (by results of surveys of the international expeditions BASIS-1 and 2), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2014, vol. 179, pp. 250–271.

Volkov, A.F., Quantitative parameters of zooplankton communities in the Okhotsk and Bering Seas and North-West Pacific (biomass, composition, dynamics), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 152, pp. 253–270.

Volkov, A.F., Technique of collecting and processing the samples of plankton and the samples on nekton feeding (step-by-step instructions), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 154, pp. 405–416.

Volkov, A.F., Elementary trophic ecology of pacific salmon in the Bering Sea. Species and regional differences. Provision with food in different environments, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 187, pp. 162–186. doi 10.26428/1606-9919-2016-187-162-186

Volkov, A.F., Tables and diagrams on trophology of walleye pollock in the western Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 185, pp. 175–184.

Volkov, A.F., Efimkin, A.Ya., and Kuznetsova, N.A., Plankton communities in the Bering Sea and some areas of the North Pacific in 2002–2006, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2007, vol. 151, pp. 338–364.

Volkov, A.F., Efimkin, A.Ya., Kuznetsova, N.A., and Slabinsky, A.M., Description of the Bering Sea plankton population in the autumn of 2003 (the results of the BASIS joint Russian-Japanese-U.S. expedition), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 139, pp. 282–307.

Volkov, A.F. and Kuznetsova, N.A., Year-to-year dynamics of four copepoda species from the large-size fraction and their role in diet of nekton in the eastern Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2013, vol. 173, pp. 209–222.

Volkov, A.F., Farley, E.V., and Murphy, J.M., Is stabilization possible in the plankton community of the eastern part of the Bering Sea?, in *Byull. N 4 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoï programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 4 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2009, pp. 159–166.

Gorbatenko, K.M., Composition and structure of plankton communities in the Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol. 201, no. 1, pp. 158–176. doi 10.26428/1606-9919-2021-201-158-176

Gorbatenko, K.M., Trophodynamics of aquatic organisms in the Sea of Okhotsk, *Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 2018.

Datsky, A.V., The raw material base of fisheries and its use in the Russian waters of the Bering Sea. Message 1. Total projected and actual catch of aquatic biological resources for the period from 2000 to 2015, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 175, pp. 130–152. doi 10.36038/2307-3497-2019-175-130-152

Dolganova, N.T., Composition, seasonal and interannual dynamics of plankton in the north-western part of the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 810–889.

Dulepova, E.P., Dynamics of zooplankton production parameters in the north-western Bering Sea in the present period, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 187, pp. 187–196. doi 10.26428/1606-9919-2016-187-187-196

Dulepova, E.P., Dynamics of production parameters for zooplankton as the main component of forage base for nekton in the western Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2014, vol. 179, pp. 236–249. doi 10.26428/1606-9919-2014-179-236-249

Dulepova, E.P., Role of arrowworm *Sagitta elegans* (Chaetognatha) in plankton communities of the western Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol. 201, no. 2, pp. 425–439. doi 10.26428/1606-9919-2021-201-425-439

Dulepova, E.P., The current state of plankton communities and food availability for walleye pollock in the western Bering Sea, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 174, pp. 91–104.

Dulepova, E.P., *Sravnitel'naya bioproduktivnost' makroekosistem dal'nevostochnykh morei* (Comparative Bioproductivity of Macroecosystems in Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2002.

Zavolokin, A.V. and Glebov, I.I., Small-sized nekton abundance in the western Bering Sea by trawl surveys data and model estimations, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2009, vol. 156, pp. 95–116.

Kosenok, N.S. and Sviridov, V.V., Feeding and vertical migrations of some mass mesopelagic fishes in the Bering Sea in autumn 2004, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2006, vol. 146, pp. 67–79.

Kulikov, A.S., Zooplankton of the Bering Sea and its role in the functioning of the plankton community, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Moscow, 1993.

Luchin, V.A. and Sokolov, O.V., Interannual variability and predictability of the active water layer thermal conditions in the Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2007, vol. 151, pp. 312–337.

Melnikov, I.V. and Efimkin, A.Ya., Juveniles of the northern one-feathered rasp *Pleurogrammus monopterygius* in the epipelagic zone of deepwater regions of the northern part of the Pacific Ocean, *Vopr. Ikhtiol.*, 2003, vol. 43, no. 4, pp. 469–482.

Moiseev, P.A., *Biologicheskije resursy Mirovogo okeana* (Biological resources of the World Ocean), Moscow: VNIRO, 2012.

Naydenko, S.V. and Khoruzhiy, A.A., Trophodynamics of nekton communities in the epipelagic layer of the north-west Pacific in summer and winter seasons, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 188, pp. 181–203. doi 10.26428/1606-9919-2017-188-181-203

Ponomareva, L.A., *Biologiya evfauziid Mirovogo okeana* (Biology of euphausiids of the World Ocean), Moscow: Nauka, 1990.

Volkov, A.F. and Volvenko, I.V., *Setnoi zooplankton zapadnoi chasti Beringova morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1986–2013* (Net zooplankton of the Western Part of the Bering Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1986–2013), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016.

Somov, A.A., Seasonal dynamics in abundance and species composition of nekton in the upper epipelagic layer of the western Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 189, pp. 3–24. doi 10.26428/1606-9919-2017-189-3-24

Khen, G.V., Basyuk, E.O., Sorokin, Yu.D., Ustinova, E.I., and Figurkin, A.L., Surface thermal conditions in the Bering and Okhotsk Seas in the early 21 century against previous semi-centennial changes, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 153, pp. 254–263.

Khen, G.V. and Sorokin, Yu.D., Seasonal features of long-term changes in SST in the northern part of the Pacific Ocean and in its individual regions, *Vopr. Promysl. Okeanol.*, 2008, vol. 5, no. 1, pp. 164–183.

Khen, G.V., Ustinova, E.I., and Sorokin, Yu.D., Variability and interrelation of the basic climate indices for the North Pacific: trends, climate shifts, spectra, correlations, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 199, pp. 163–178. doi 10.26428/1606-9919-2019-199-163-178

Chuchukalo, V.I., Shebanova, M.A., Dulepova, E.P., and Gorbatenko, K.M., Life cycles and somatic production of euphausiids in the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2013, vol. 173, pp. 164–183.

Shebanova, M.A., Production of some mass species of Copepoda in the Okhotsk Sea in summer-autumn, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2007, vol. 148, pp. 221–237.

Shebanova, M.A., Production of the main groups of plankton in the Okhotsk and Bering Seas in the summer-autumn period, in *Mater. 3-y Natsional'noi nauchno-tech. conf. "Innovatsionnoe razvitie rybnoi otrasli v kontekste obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii"* (Proc. 3rd Natl. Sci. Tech. Conf. "Innovative Development of the Fishery Industry in the Context of Food Security of the Russian Federation"), Vladivostok: Dal'rybvuz, 2020, pp. 87–94.

Shebanova, M.A., Somatic production and life cycles of the Parasagitta elegans sagitta in the Sea of Okhotsk and the Bering Sea, in *Mater. 4 mezhdunar. nauchno-tech. conf. "Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskikh resursov Mirovogo okeana"* (Proc. 4th Int. Sci. Tech. Conf. "The Actual Problems of Development of Biological Resources of the World Ocean"), Vladivostok: Dal'rybvuz, 2016, part 1, pp. 218–222.

Shebanova, M.A., Dulepova, E.P., and Chuchukalo, V.I., Some features of *Eucalanus bungii* biology and its production characteristics in the Okhotsk and Bering Seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2010, vol. 162, pp. 281–293.

Shebanova, M.A. and Chuchukalo, V.I., Biology of *Calanus glacialis* in the far-eastern seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2009, vol. 156, pp. 203–217.

Shebanova, M.A., Chuchukalo, V.I., and Gorbatenko, K.M., Life cycles and somatic production of hyperiids in the Okhotsk and Bering Seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2014, vol. 176, pp. 155–176. doi 10.26428/1606-9919-2014-176-155-176

Shebanova, M.A., Chuchukalo, V.I., and Dulepova, E.P., Some features of biology and production parameters of *Oithona similis* from the Okhotsk and western Bering Seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 166, pp. 231–243.

Shebanova, M.A., Chuchukalo, V.I., and Dulepova, E.P., Some biological features and productive parameters of *Pseudocalanus newmani* (Copepoda) in the Okhotsk and Bering Seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 170, pp. 172–183.

Shuntov, V.P., *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2001, vol. 1.

Shuntov, V.P., *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016, vol. 2.

Shuntov, V.P. and Volvenko, I.V., Supplements to quantitative assessments of zooplankton in the Far Eastern Seas and adjacent waters of the North Pacific, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 191, pp. 130–146. doi 10.26428/1606-9919-2017-191-130-146

Shuntov, V.P., Volkov, A.F., and Efimkin, A.Ya., The composition and current state of the pelagic fish community in the western part of the Bering Sea, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1988, vol. 14, no. 2, pp. 56–65.

Shuntov, V.P. and Ivanov, O.A., Climate changes and current state of biota in the Russian waters of the Far-Eastern Seas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 197, pp. 83–107. doi 10.26428/1606-9919-2019-197-83-107

Shuntov, V.P. and Sviridov, V.V., The Bering Sea Ecosystems at the brink of 20 and 21 Centuries, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 142, pp. 3–29.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., Long-term dynamics of biota in the Bering Sea macroecosystems and its determinant factors. Communication 1. Retrospective analysis and review of conceptions for patters in dynamics of the Bering Sea populations and communities, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 155, pp. 3–32.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., Long-term dynamics of biota in the Bering Sea macroecosystems and its determinant factors. Communication 2. Recent status of pelagic and benthic communities, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 155, pp. 33–65.

Coyle, K.O. and Pinchuk, A.I. Annual cycle of zooplankton abundance, biomass and production on the northern Gulf of Alaska shelf, October 1997 through October 2000, *Fish. Oceanogr.*, 2003, vol. 12, no. 4–5, pp. 327–338.

Lauth, R., Annual eastern Bering Sea bottom trawl survey: ground fish, *Alaska Fish. Sci. Center, Quarterly Rep.*, Seattle, 2007, pp. 21–23.

Naydenko, S.V. and Somov, A.A., Seasonal Trophodynamics of the Upper Epipelagic Nekton Community in the Western Bering Sea, *J. Ichthyol.*, 2019, vol. 59, no. 5, pp. 786–804. doi 10.1134/S0032945219050096

Volvenko, I.V., A database of net zooplankton of the Far East seas and adjacent Pacific Ocean waters, *Earth Syst. Sci. Data Discuss.*, preprint, 2021. doi 10.5194/essd-2021-29

Поступила в редакцию 30.11.2021 г.

После доработки 28.01.2022 г.

Принята к публикации 25.02.2022 г.

*The article was submitted 30.11.2021; approved after reviewing 28.01.2022;
accepted for publication 25.02.2022*