

УДК 574.583(265.51)

К.М. Горбатенко\*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),  
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4СОСТАВ И СТРУКТУРА ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ  
БЕРИНГОВА МОРЯ

Среднедолголетние данные по эпипелагиали Берингова моря показали, что средняя величина биомассы в Беринговом море составляет  $821,3 \text{ мг/м}^3$  (в шельфовой зоне —  $1058,2 \text{ мг/м}^3$ , или  $64,4 \text{ млн т}$ , в открытых водах —  $760,6 \text{ мг/м}^3$ , или  $180,7 \text{ млн т}$ ). Доля по биомассе (в среднем за год) копепод насчитывает  $55,1 \%$ , сагитты —  $26,3$ , эвфаузииды —  $10,8$ , медуз —  $3,2$ , гипериды —  $2,9 \%$  при среднегодовой валовой биомассе  $245,1 \text{ млн т}$  сырого вещества. По всей акватории Берингова моря основу сетного планктона формируют сагитты *Sagitta elegans* ( $26,3 \%$ ) и 4 вида копепод — *Eucalanus bungii* ( $19,7 \%$ ), *Neocalanus cristatus* ( $10,4 \%$ ), *Neocalanus plumchrus* + *Neocalanus flemingeri* ( $7,8 \%$ ) и *Calanus glacialis* + *Calanus marshallae* ( $5,1 \%$ ). Менее значимы эвфаузииды *Thysanoessa raschii* —  $3,5 \%$ , *Thysanoessa longipes* —  $3,4$ ; мелкие копеподы *Metridia pacifica* —  $3,5$ , *Oithona similis* —  $3,5$  и гидроидная медуза *Aglantha digitale* —  $3,2 \%$ .

**Ключевые слова:** состав, структура, планктон, биомасса, Берингово море.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-158-176.

**Gorbatenko K.M.** Composition and structure of plankton communities in the Bering Sea // *Izv. TINRO*. — 2021. — Vol. 201, Iss. 1. — P. 158–176.

On the data of long-term surveys, mean biomass of plankton in the epipelagic layer of the Bering Sea is evaluated as  $821.3 \text{ mg/m}^3$  ( $1058.2 \text{ mg/m}^3$  in shelf areas and  $760.6 \text{ mg/m}^3$  in the deep-water areas) and the stock as  $245.1 \cdot 10^6 \text{ t WW}$  ( $64.4 \cdot 10^6 \text{ t}$  over the shelf and  $180.7 \cdot 10^6 \text{ t}$  in the deep-water sea). By taxa, the average annual portions are:  $55.1 \%$  for copepods,  $26.3 \%$  for arrowworms,  $10.8 \%$  for euphausiids,  $3.2 \%$  for medusas, and  $2.9 \%$  for amphipods. The dominant species are the arrowworm *Sagitta elegans* ( $26.3 \%$ ) and the copepod *Eucalanus bungii* ( $19.7 \%$ ); other mass species are: large-sized copepods *Neocalanus cristatus* ( $10.4 \%$ ), *Neocalanus plumchrus* + *Neocalanus flemingeri* ( $7.8 \%$ ) and *Calanus glacialis* + *Calanus marshallae* ( $5.1 \%$ ), euphausiids *Thysanoessa raschii* ( $3.5 \%$ ) and *Thysanoessa longipes* ( $3.4 \%$ ), small-sized copepods *Metridia pacifica* ( $3.5 \%$ ) and *Oithona similis* ( $3.5 \%$ ), medusa *Aglantha digitale* ( $3.2 \%$ ).

**Key words:** species composition, species structure, zooplankton, biomass, Bering Sea.

## Введение

В настоящей статье приводятся данные исследований только по сетному зоопланктону (мезо- и макропланктону) размерным диапазоном от  $0,1$  до  $50,0 \text{ мм}$ , который составляет основу питания большинства видов нектона и их молоди.

\* Горбатенко Константин Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: konstantin.gorbatenko@tinro-center.ru.

Gorbatenko Konstantin M., D.Biol., principal researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: konstantin.gorbatenko@tinro-center.ru.

Основное внимание при изучении зоопланктона Берингова моря было уделено выявлению элементов его структуры, так как этот компонент пелагических биоценозов играет определяющую роль в трофических цепях, связывающих первичных продуцентов с рыбами, кальмарами и другими группами гидробионтов высших трофических уровней. По данным комплексных съемок ТИНРО в Беринговом море было опубликовано значительное количество работ, среди которых выделяются сводные работы А.Ф. Волкова [2008а], В.И. Чучукало [2006], В.П. Шунтова [2001], В.П. Шунтова, О.С. Темных [2008]. Кроме того, В.П. Шунтовым и И.В. Волвенко [2017] дан обзор по плотности концентраций и биомассы зоопланктона для дальневосточных морей, включая Берингово море. Также с помощью модели Экопас рассчитаны основные параметры функционирования экосистемы и выявлены потоки вещества в Беринговом море [Audin et al., 2002; Заволокин, 2014; Радченко, 2015].

Цель работы — обобщение многолетней информации по составу, распределению, значению биомассы, доминированию в планктонных сообществах эпипелагиали Берингова моря и сопоставление полученных материалов с предыдущими исследованиями.

### Материалы и методы

Настоящая работа выполнялась в рамках раздела экосистемных исследований биологических ресурсов дальневосточных морей тематического плана ТИНРО, а в ее основу положена информация, полученная при проведении комплексных макросъемок, выполненных в экспедициях в 1986–2018 гг.

Планктон облавливался в слое 0–200 м (0–дно при глубине менее 200 м) сетями БСД (площадь входного отверстия 0,1 м<sup>2</sup>, сито с ячейей 0,168 мм) и обработан по единой методике, принятой в ТИНРО, с введением поправок на недолов [Волков, 2008а]. Скорость подъема сетей всегда была одинаковой — 0,7–1,0 м/с. При обработке пробу зоопланктона для удобства разделяли на размерные фракции посредством ее просеивания через набор из двух сит: № 7 с ячейей 1,2 мм и № 14 с ячейей 0,5 мм. В итоге получают 3 фракции: мелкая — МФ (длина животных от 0,6 до 1,2 мм), средняя — СФ (1,2–3,2 мм) и крупная — КФ (более 3,2–3,5 мм). В полученные результаты вводились поправки на недолов: для МФ — 1,5; для СФ — 2,0. Для планктона КФ также применялись поправки: для эвфаузиид, мизид и сагитт длиной до 10 мм — 2, 10–20 — 5, более 20 мм — 10; для гипериид длиной до 5 мм — 1,5, 5–10 — 3,0, более 10 мм — 5,0; для копепод длиной до 5 мм — 2, более 5 мм — 3; для полихет, мелких медуз, птеропод и других малоподвижных животных — 1.

Биомассу зоопланктона рассчитывали по стандартным сырым массам [Волков, 1986; Горбатенко, 2007, 2019] или номограммам Л.Л. Численко [1968]. Все данные сводились в базу данных «Планктон», которая содержит результаты обработки планктонных проб, собранных и обработанных по единой методике. При анализе планктонных сообществ биомасса трех фракций суммировалась.

За весь период исследования в Беринговом море было собрано и обработано более 5 тыс. проб планктона. Площади, глубины районов и количество станций приведены в табл. 1.

Нижеприводимые данные по биомассе и запасу представляют собой среднеарифметические для отдельных биотопов: шельфовая зона (до 200 м) и открытые воды (более 200 м). Шельфовая зона делилась на 4 части — северо-западный (СЗ), юго-западный (ЮЗ), северо-восточный (СВ) и юго-восточный (ЮВ) шельфы (рис. 1). Открытые воды (ОВ) как более стабильные делились на две части — западную (российские воды) и восточную (американские воды).

Сезонные сроки [Волков, 2008б]: зима — декабрь–март; весна — апрель — 15 июня; лето — 16 июня — 15 сентября; осень — 16 сентября — ноябрь. Схема планктонных станций по сезонам представлена на рис. 2. Основной объем работ по всей акватории моря осуществлялся в летний и осенний периоды. В зимний период работы проводились в основном в юго-западной части моря.

Объем материала и основные параметры Берингова моря 1986–2018 гг.

Data volume (1986–2018) and main dimensions of the Bering Sea

Регион	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Слой, м	Объем, тыс. км <sup>3</sup>	Кол-во дневных станций	Кол-во ночных станций	Общее кол-во станций
Шельф СЗ	139,4	68	9481	575	254	829
Шельф ЮЗ	102,7	93	9521	699	422	1123
Западный шельф	242,1	78	19002	1274	676	1952
Шельф СВ	227,2	44	10090	233	58	285
Шельф ЮВ	411,2	77	31739	448	173	627
Восточный шельф	638,4	66	41829	681	231	1824
<b>Шельф Берингова моря</b>	<b>880,5</b>	<b>69</b>	<b>60831</b>	<b>1955</b>	<b>907</b>	<b>2864</b>
ОВ запад	474,5	200	94890	1336	871	2207
ОВ восток	713,7	200	142732	130	80	210
<b>ОВ Берингова моря</b>	<b>1188,1</b>	<b>200</b>	<b>237622</b>	<b>1466</b>	<b>951</b>	<b>2417</b>
<b>Все Берингово море</b>	<b>2068,6</b>	<b>144</b>	<b>298453</b>	<b>3421</b>	<b>1858</b>	<b>5279</b>

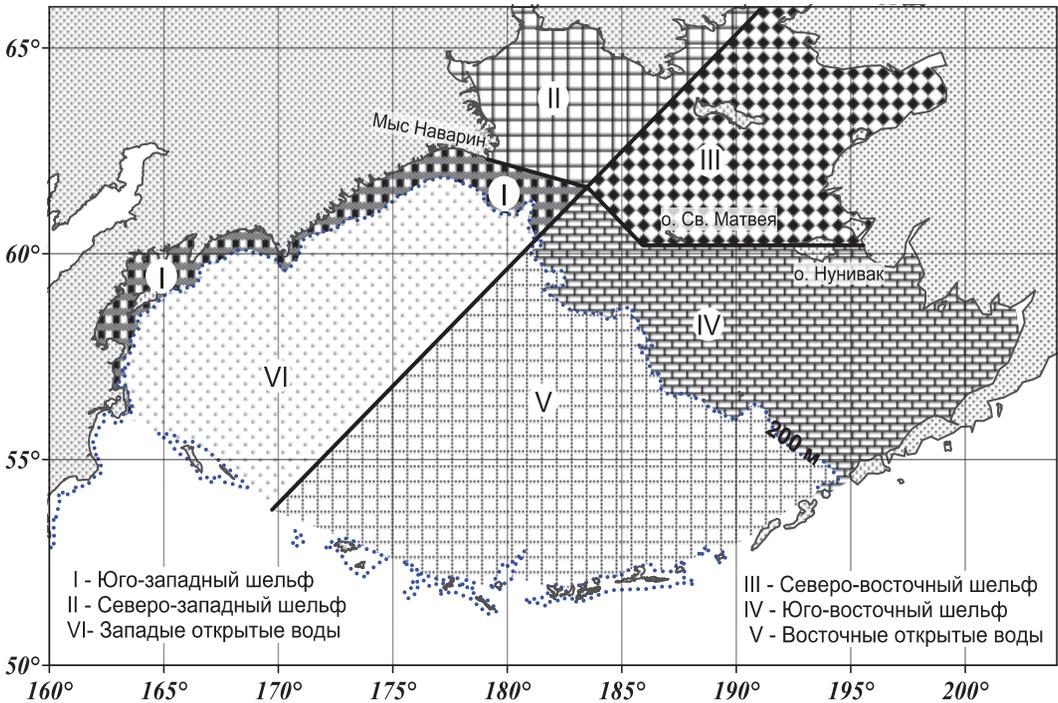


Рис. 1. Основные биостатистические районы в Беринговом море

Fig. 1. Major biostatistical areas in the Bering Sea

За редким исключением дневных станций было больше, чем ночных, и иногда значительно, что вполне объяснимо, поскольку большая часть работ выполнялась в летне-осенний период, когда светлое время длится дольше темного (табл. 1). В связи с тем что основу планктона составляли виды с большой амплитудой суточных вертикальных миграций (до 500 м), а крупные планктеры, такие как эвфаузииды, в светлое время суток активно избегают орудий лова, которые двигаются с небольшой скоростью [Горбатенко, 1997], значения биомассы активных мигрантов были приведены к темному времени суток. Для приведения дневных станций к ночным были использованы эмпирические коэффициенты, рассчитанные по разнице дневных и ночных значений биомасс (табл. 2).

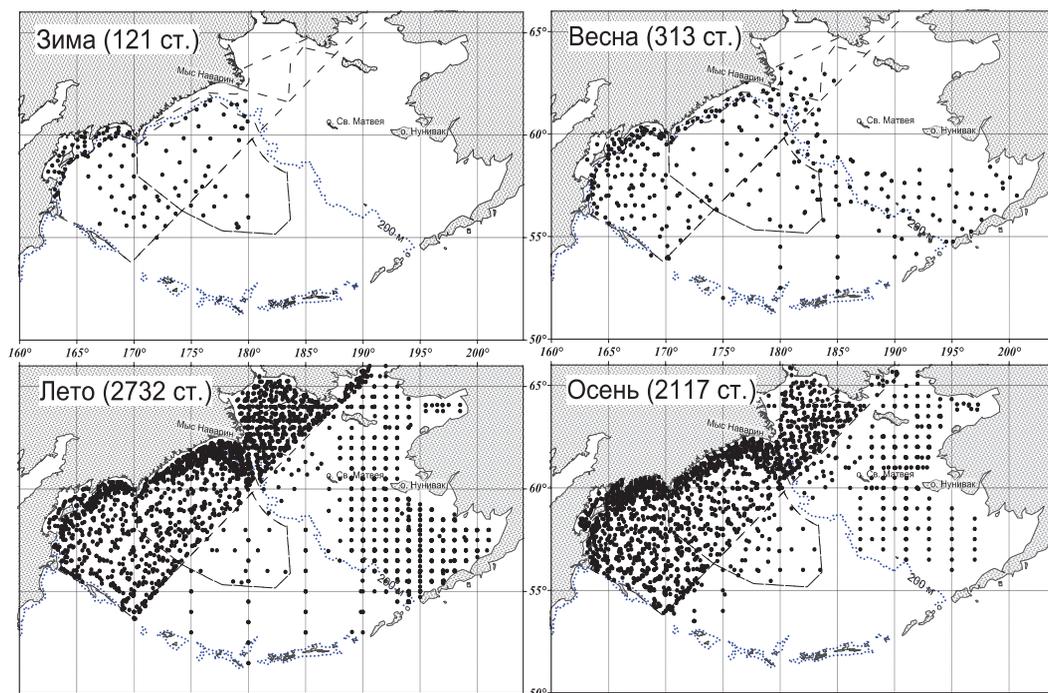


Рис. 2. Схема станций взятия проб планктона в Беринговом море в 1986–2018 гг.  
Fig. 2. Scheme of plankton samplings in the Bering Sea in 1986–2018

Максимальные различия между ночными и дневными станциями наблюдались у эвфаузиид (коэф. 4–5), остракод (коэф. 1,5–2,0), интерзональных видов копепоид из рода *Metridia* (коэф. 1,5–2,0), *Scolecithricella minor* (1,5), хищных копепоид из рода *Paguchaeta* (коэф. 1,2–2,0) и гипериид из рода *Themisto* (коэф. 1,4–1,7). У остальных видов соотношение ночных и дневных значений биомассы было близко к единице. Следует отметить, что у двух видов копепоид (*Neocalanus cristatus* и *Eucalanus bungii*), доминирующих в зоопланктоне Берингова моря, концентрации в светлое время суток выше, чем ночью (табл. 2). Возможно, поэтому в статье И.В. Волвенко [2016] средняя величина биомассы зоопланктона в Беринговом море днем выше, чем ночью.

В связи с тем что в весенний и особенно в зимний период работы проводились периодически (табл. 3), межгодовые изменения рассмотрены только для летне-осеннего периода.

При характеристике планктонных сообществ согласно А.Ф. Волкову [2015] близкородственные пары видов объединялись: *Neocalanus plumchrus* + *N. flemingeri* (*N. pl.* + *fleming.*), *Calanus glacialis* + *C. marshallae* (*C. gl.* + *marshal.*), *Pseudocalanus minutus* + *P. newmani* (*P. min.* + *newm.*) и *Acartia longiremis* + *A. clausi* (*A. longiremis* + *clausi*).

### Результаты и их обсуждение

Состав и структура зоопланктона изменяются от побережья к открытым глубоководным районам и с севера на юг, что в первую очередь обусловлено различиями в гидрологическом режиме с учетом их широтного расположения.

За весь исследованный период в эпипелагиали Берингова моря было обнаружено 83 вида зоопланктона, которые относились к 12 группам, а также 7 групп, в которых виды не были определены (табл. 4). Меропланктон в эпипелагиали Берингова моря представлен 7 таксономическими группами бентосных животных (белянусы, гастроподы, двустворчатые моллюски, декаподы, иглокожие, офиуры и кумовые раки).

Коэффициенты для приведения дневных значений биомасс к ночным

Table 2

Coefficients for zooplankton biomass leveling between day and night samples

Объект	Шельфовая зона (до 200 м)	Открытые воды (более 200 м)	Вся акватория
<b>Copepoda</b>			
<i>Calanus glacialis</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Metridia pacifica</i>	1,7	1,9	1,8
<i>Neocalanus cristatus</i>	0,8	0,8	0,8
<i>Eucalanus bungii</i>	0,8	0,8	0,8
<i>Neocalanus plumchrus</i>	1,0	1,0	1,0
<i>Pareuchaeta cop.</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Pareuchaeta japonica</i>	2,0	2,0	2,0
<i>Candacia columbiae</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Gaetanus simplex</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Gaetanus sp.</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Gaidius sp.</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Gaidius variabilis</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Microsetella sp.</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Oncaea borealis</i>	1,2	1,2	1,2
<i>Scolecithricella minor</i>	1,5	1,5	1,5
<i>Scolecithricella ovata</i>	1,2	1,2	1,2
<b>Euphausiidae</b>			
<i>Thysanoessa raschii</i>	4,2	4,2	4,2
<i>Thysanoessa inermis</i>	4,2	4,2	4,2
<i>Thysanoessa longipes</i>	4,7	4,7	4,5
<i>Thysanoessa inspinata</i>	4,2	4,2	4,2
<i>Thysanoessa spinifera</i>	4,0	4,0	4,0
<i>Euphausia pacifica</i>	4,5	4,5	4,5
<i>Tessarobrachion oculatus</i>	5,0	5,0	5,0
<b>Hyperiididae</b>			
<i>Themisto pacifica</i>	1,7	1,7	1,7
<i>Themisto libellula</i>	1,4	1,4	1,4
<i>Scina sp.</i>	1,2	1,2	1,2
<b>Ostracoda</b>			
<i>Conchoecia sp.</i>	1,5	2,0	1,7

В связи с тем что в прибрежной зоне исследовалась только ее внешняя часть (50–100 м), где прибрежный комплекс видов был выражен слабо, а основу составляли виды, присущие надшельфовому сообществу, прибрежную и надшельфовую зоны следует объединить в шельфовую зону.

Таким образом, Берингово море, которое простирается на значительной акватории, в данной работе делится на шельфовую и глубоководную зоны, имеющие вполне четкие физические границы. Это позволяет рассматривать их как отдельные подсистемы пелагического сообщества со своими динамическими и функциональными характеристиками [Радченко, 2015].

**Шельфовая зона** с диапазоном глубин 50–200 м была разделена на 4 района (районы I–IV): в российских водах — на северо-западный и юго-западный шельф, в американских — на северо-восточный и юго-восточный шельф (см. рис. 1).

В северных шельфовых районах (районы I и II) основные работы проводились в летне-осенний период.

Весной исследования были проведены только в южной части северо-западного шельфа (рис. 2). Средняя величина биомассы сетного зоопланктона составляла 712,7 мг/м<sup>3</sup>. Основу

Таблица 3  
Количество планктонных проб в различные периоды исследования по регионам и сезонам  
Table 3

Number of zooplankton samples, by areas, seasons, and periods of studies

Регион	Сезон	1986–1990 гг.	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	2011–2018 гг.
Шельф ЮЗ	Зима	–	40	–	–
	Весна	66	–	–	–
	Лето	42	172	170	108
	Осень	178	168	120	59
Шельф ЮВ	Зима	–	–	–	–
	Весна	56	–	–	–
	Лето	1	–	306	154
	Осень	–	–	85	25
Шельф СЗ	Зима	–	–	–	–
	Весна	9	–	–	–
	Лето	125	9	300	155
	Осень	41	107	65	18
Шельф СВ	Зима	–	–	–	–
	Весна	–	–	–	–
	Лето	4	–	101	56
	Осень	–	–	117	7
ОВ запад	Зима	32	39	–	–
	Весна	113	–	–	17
	Лето	70	263	370	234
	Осень	223	110	464	272
ОВ восток	Зима	10	–	–	–
	Весна	39	–	11	–
	Лето	14	–	65	13
	Осень	36	1	15	6

зоопланктона слагали сагитты, доля которых составляла 62,1 % общего количества зоопланктона. В группу доминирующих видов входили копеподы *Metridia pacifica*, *N. pl.+fleming.*, *P. min.+newm.* и эвфаузииды *Thysanoessa raschii* и их яйца и науплии (*Euphausiidae ova+naup.*). Второстепенными были копеподы

В летний и осенний периоды в северо-западной части моря (район I) наблюдался тот же комплекс видов, что и весной (табл. 5). Биомасса планктона увеличилась, особенно в осенний период. По составу доминирования летом и осенью наблюдалось значительное сходство. Доминировали 5 видов — хищные *Sagitta elegans*, коарктические холодолюбивые копеподы *C. gl.+marshal.*, интерзональные копеподы *E. bungii* и надшельфовый вид эвфаузиид *Th. raschii*.

В пелагическом сообществе северо-восточного шельфа (район II) летом преобладали *Themisto libellula*, осенью *E. bungii* (см. рис. 1, табл. 6). Второстепенными были *S. elegans* и *C. gl.+marshal.* При сопоставлении с западным шельфом по составу и биомассам наблюдалось большое сходство (табл. 5 и 6). Однако в западной части моря в группу 10 доминирующих видов входили интерзональные копеподы *N. pl.+fleming.*, *N. cristatus*, в восточной — их заменили мелкие копеподы поверхностных вод *Oithona similis* и прибрежных вод *A. longiremis+clausi*, *Centropages abdominalis*, а эвфаузииду *Thysanoessa inermis* заменила медуза *Aglantha digitale*.

Район III занимает юго-западный шельф (рис. 1). Исследования проводились во все сезоны (рис. 2, табл. 7). Зимой основу биомассы составляли эвфаузииды — 54,5 % (*Th. raschii*, *Th. inermis*, *Th. longipes*). Многочисленны также были личинки и молодь эвфаузиид новой генерации, доля которых по биомассе составляла 4,7 % от общего количества планктона. Хищные сагитты занимали 2-е место и составляли 15,8 %. Среди

Количество групп и видов зоопланктона в эпипелагиали Берингова моря

Number of zooplankton groups and species in the epipelagic layer of the Bering Sea

Группы планктона	Кол-во видов
Копеподы	51
Эвфаузииды	7
Гиперииды	8
Сагитты	3
Птероподы	2
Ветвистоусые раки	3
Пелагические полихеты	2
Медузы	1
Гребневика	1
Сифонофоры	2
Ойкоплевры	1
Сальпы	2
<b>12 основных групп</b>	<b>83</b>
Остракоды	1*
Гаммариды	1*
Аппендикулярии	1*
Астероиды	1*
Мизиды	1*
<b>Простейшие:</b>	<b>2</b>
Глобогирины	1*
Радиолярии	1*
<b>Меропланктон:</b>	<b>7*</b>
Баянусы	1*
Гастроподы	1*
Двустворчатые	1*
Иглокожие	1*
Декаподы	1*
Офиуры	1*
Кумовые раки	1*

\* Определение только до таксономических групп.

копепод наиболее многочисленными были мелкие *P. min.+newm.* и *O. similis*, а также *E. bungii* и *M. pacifica*. Весной и летом биомасса увеличилась в 1,5 раза, доминировали *E. bungii*, *N. pl.+fleming.* и *Th. inermis* весной, а летом *S. elegans*. Осенью доминировали *S. elegans*, *Th. inermis* и *E. bungii*.

Таким образом, в отличие от северных районов шельфа (районы I и II), где среди копепод в основном преобладали холодолюбивые *C. gl.+marshal.*, в районе юго-западного шельфа (район III) в большей степени преобладали интерзональные *E. bungii* и *N. pl.+fleming.* Среди гипериид в северных районах преобладали холодолюбивые *T. libellula*, а в южном *T. pacifica*. Однако присутствие в южных районах шельфа холодно-водных видов, а в северных тепловодных — океанических связано с активной циркуляцией вод в Беринговом море: с одной стороны, с проникновением в северные районы трансформированных тихоокеанских вод, поступающих через проливы Алеутских островов, с другой — с подтоком наиболее холодных вод из северных районов моря.

Юго-восточный шельф (район IV) занимает обширную акваторию, 840 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1) и представляет большой интерес в связи с максимальными концентрациями и доминированием коарктического вида *C. glacialis* (*C. gl.+marshal.*) в летний (669,7 мг/м<sup>3</sup>) и осенний (516,8 мг/м<sup>3</sup>) периоды (табл. 8). В весенний же период средняя величина биомассы данного вида была более чем на порядок ниже (24,6 мг/м<sup>3</sup>).

Таблица 5  
Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в надшельфовом сообществе северо-западной части Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 5  
Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the shelf areas of the northwestern Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Весна			Лето			Осень		
<i>S. elegans</i>	404,9	48,8	<i>S. elegans</i>	226,8	19,1	<i>S. elegans</i>	519,7	31,9
<i>M. pacifica</i>	70,5	8,5	<i>E. bungii</i>	157,0	13,2	<i>C. gl.+marshal.</i>	201,5	12,4
<i>Th. raschii</i>	70,1	8,5	<i>C. gl.+marshal.</i>	148,5	12,5	<i>Th. raschii</i>	157,0	9,7
<i>N. pl.+fleming.</i>	68,9	8,3	<i>Th. raschii</i>	93,3	7,8	<i>Th. inermis</i>	135,5	8,3
<i>P. min.+newm.</i>	52,8	6,4	<i>M. pacifica</i>	86,9	7,3	<i>M. pacifica</i>	118,1	7,3
<i>E. bungii</i>	51,2	6,2	<i>P. min.+newm.</i>	67,6	5,7	<i>E. bungii</i>	105,6	6,5
<i>C. gl.+marshal.</i>	35,9	4,3	<i>N. pl.+fleming.</i>	66,7	5,6	<i>P. min.+newm.</i>	89,7	5,5
<i>N. cristatus</i>	30,8	3,7	<i>T. libellula</i>	61,3	5,1	<i>N. pl.+fleming.</i>	56,0	3,4
<i>Euph. ova+naup.</i>	11,8	1,4	<i>Th. inermis</i>	54,6	4,6	<i>T. libellula</i>	41,5	2,5
<i>O. similis</i>	10,9	1,3	<i>N. cristatus</i>	40,3	3,4	<i>O. similis</i>	35,4	2,2
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>807,8</b>	<b>97,4</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1003,0</b>	<b>84,3</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1460,0</b>	<b>89,7</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>829,3</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1190,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1628,0</b>	<b>100</b>

Примечание. ± SE не превышала 5 % от представленных биомасс.

Таблица 6  
Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в надшельфовом сообществе северо-восточной части Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 6  
Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the shelf areas of the northeastern Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Лето			Осень		
<i>T. libellula</i>	482,5	31,1	<i>E. bungii</i>	340,0	26,1
<i>S. elegans</i>	281,2	18,1	<i>S. elegans</i>	317,7	24,5
<i>C. gl.+marshal.</i>	209,2	13,4	<i>C. gl.+marshal.</i>	114,0	8,8
<i>P. min.+newm.</i>	138,3	8,9	<i>P. min.+newm.</i>	85,5	6,6
<i>E. bungii</i>	131,4	8,5	<i>M. pacifica</i>	83,0	6,4
<i>Th. raschii</i>	89,2	5,8	<i>O. similis</i>	73,0	5,6
<i>A. digitale</i>	45,1	2,9	<i>Th. raschii</i>	69,5	5,4
<i>O. similis</i>	35,0	2,3	<i>A. digitale</i>	64,3	5,0
<i>M. pacifica</i>	21,7	1,4	<i>C. pacificus</i>	30,5	2,3
<i>A. longiremis+clausi</i>	16,4	1,1	<i>C. abdominalis</i>	23,3	1,8
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1450,0</b>	<b>93,5</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1201,0</b>	<b>92,5</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>1551,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1299,0</b>	<b>100</b>

Примечание. ± SE не превышала 5 % от представленных биомасс.

Максимальные концентрации *C. glacialis* в летне-осенний период — более 10 тыс. мг/м<sup>3</sup> в юго-восточной части шельфовой зоны. В летний и осенний периоды в 10 доминирующих видов также входила *T. libellula*, которая является массовым видом наиболее холодноводных районов Берингова и Охотского морей, занятых «арктическим» планктонным комплексом [Волков, 2012].

В надшельфовом сообществе юго-восточного шельфа в группу доминирующих видов также входили сагитты — *S. elegans*, эвфаузииды — *Th. raschii*, *Th. inermis* (табл. 8). Наряду с холодолюбивыми видами копепод в данном районе также доминировали интерзональные *E. bungii* и *M. pacifica*, т.е. повторялась та же картина, что и в других районах шельфа.

Таблица 7

Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в надшельфовом сообществе юго-западной части Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 7

Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the shelf area of the southwestern Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Зима			Весна		
<i>Th. raschii</i>	172,1	31,0	<i>E. bungii</i>	274,2	33,6
<i>S. elegans</i>	87,6	15,8	<i>N. pl.+fleming.</i>	105,1	12,8
<i>Th. inermis</i>	79,3	14,2	<i>Th. inermis</i>	96,7	11,9
<i>Th. longipes</i>	51,5	9,3	<i>N. cristatus</i>	95,2	11,7
<i>P. min.+newm.</i>	41,7	7,5	<i>S. elegans</i>	70,1	8,6
<i>Euph. furcilia</i>	26,4	4,7	<i>Th. raschii</i>	50,0	6,1
<i>T. pacifica</i>	19,4	3,5	<i>O. similis</i>	20,6	2,5
<i>E. bungii</i>	17,8	3,2	<i>M. pacifica</i>	17,9	2,2
<i>M. pacifica</i>	16,6	3,0	<i>C. gl.+marshal.</i>	17,5	2,1
<i>O. similis</i>	16,4	2,9	<i>P. min.+newm.</i>	16,7	2,1
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>529,0</b>	<b>95,1</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>764,0</b>	<b>93,6</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>556,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>816,0</b>	<b>100</b>
Лето			Осень		
<i>E. bungii</i>	185,5	17,2	<i>S. elegans</i>	156,7	14,2
<i>N. pl.+fleming.</i>	156,2	14,6	<i>Th. inermis</i>	156,5	14,3
<i>S. elegans</i>	121,8	11,4	<i>E. bungii</i>	140,2	12,8
<i>M. pacifica</i>	63,8	6,0	<i>P. min.+newm.</i>	113,5	10,3
<i>P. min.+newm.</i>	62,7	5,9	<i>M. pacifica</i>	92,5	8,4
<i>N. cristatus</i>	59,8	5,6	<i>Th. raschii</i>	91,5	8,3
<i>Th. inermis</i>	58,5	5,5	<i>C. gl.+marshal.</i>	56,6	5,2
<i>Th. raschii</i>	52,0	4,9	<i>O. similis</i>	44,6	4,1
<i>O. similis</i>	50,8	4,7	<i>N. pl.+fleming.</i>	35,8	3,3
<i>C. gl.+marshal.</i>	46,9	4,4	<i>C. abdominalis</i>	34,1	3,1
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>858,0</b>	<b>80,2</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>922,0</b>	<b>84,0</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>1071,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1099,0</b>	<b>100</b>

Примечание. ± SE не превышала 5 % от представленных биомасс.

Таблица 8

Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в надшельфовом сообществе юго-восточной части Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 8

Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the shelf areas of the southeastern Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Весна			Лето			Осень		
<i>S. elegans</i>	357,4	39,0	<i>C. gl.+marshal.</i>	669,7	47,0	<i>C. gl.+marshal.</i>	516,8	33,5
<i>Th. raschii</i>	164,6	18,0	<i>S. elegans</i>	282,4	19,8	<i>S. elegans</i>	393,3	25,5
<i>N. pl.+fleming.</i>	96,5	10,5	<i>Th. raschii</i>	105,0	7,4	<i>P. min.+newm.</i>	151,8	9,8
<i>P. min.+newm.</i>	92,8	10,1	<i>P. min.+newm.</i>	89,8	6,3	<i>Th. raschii</i>	150,1	9,7
<i>Th. inermis</i>	71,7	7,8	<i>E. bungii</i>	59,2	4,2	<i>E. bungii</i>	68,8	4,5
<i>E. bungii</i>	60,3	6,6	<i>O. similis</i>	38,2	2,7	<i>O. similis</i>	55,7	3,6
<i>C. gl.+marshal.</i>	24,6	2,7	<i>T. libellula</i>	32,9	2,3	<i>T. libellula</i>	39,5	2,6
<i>O. similis</i>	9,9	1,1	<i>M. pacifica</i>	19,6	1,4	<i>L. helicina</i>	31,4	2,0
<i>M. pacifica</i>	7,7	0,8	<i>Th. inermis</i>	15,3	1,1	<i>Th. inermis</i>	26,9	1,7
<i>Mysidacea gen. sp.</i>	4,6	0,5	<i>L. helicina</i>	14,9	1,0	<i>C. pacificus</i>	14,5	0,9
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>890,1</b>	<b>97,1</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1327,0</b>	<b>93,2</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1448,8</b>	<b>93,8</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>916,7</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1423,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1544,0</b>	<b>100</b>

Примечание. ± SE не превышала 5 % от представленных биомасс.

Обобщая полученные данные по шельфовому сообществу по всей акватории Берингова моря в летне-осенний период, по которому получены наиболее достоверные результаты, в выделенных районах мы видим достаточное соответствие, что дает основание для объединения данных районов (табл. 9). В шельфовой зоне преобладали холодолюбивые виды копепод — *C. glacialis* (*C. gl.+marshal.*) — 23,9 % и сагитта *S. elegans* — 21,6 %. Среди копепод также преобладали *E. bungii* — 9,3 %, *P. min.+newm.* — 7,6, *M. pacifica* — 3,6, *O. similis* — 3,3, *N. pl.+fleming.* — 2,6 %. В группу доминирующих видов входили также надшельфовые эвфаузииды: *Th. raschii* — 7,7 %, *Th. inermis* — 3,5 и холодолюбивые гиперииды *T. libellula* — 5,5 %. Доминирование в шельфовой зоне коарктического вида *C. glacialis* (*C. gl.+marshal.*) связано с его максимальными концентрациями в южном районе восточного шельфа.

Таблица 9

Видовой состав и биомасса 10 доминирующих видов сетного зоопланктона в надшельфовом сообществе Берингова моря в летне-осенний период (1986–2018 гг.)

Table 9

Species composition and biomass of the top 10 zooplankton species in the shelf areas of the Bering Sea in summer-fall of 1986–2018

Вид	ЮЗ		ЮВ		СЗ		СВ		Весь шельф	
	Мг/м <sup>3</sup>	%								
<i>C. gl.+marshal.</i>	51,8	4,8	411,2	40,2	175,1	12,4	161,6	11,3	276,7	23,9
<i>S. elegans</i>	139,4	12,8	231,8	22,7	373,4	26,5	299,6	21,0	250,7	21,6
<i>E. bungii</i>	162,9	15,0	44,0	4,3	131,3	9,3	235,8	16,5	108,0	9,3
<i>Th. raschii</i>	71,8	6,6	87,5	8,6	125,2	8,9	79,4	5,6	89,6	7,7
<i>P. min.+newm.</i>	88,2	8,1	82,6	8,1	78,6	5,6	111,9	7,9	87,7	7,6
<i>T. libellula</i>	6,7	+	24,9	2,4	51,4	3,6	250,0	17,5	63,5	5,5
<i>M. pacifica</i>	78,2	7,2	8,7	0,9	102,5	7,3	52,4	3,7	41,5	3,6
<i>Th. inermis</i>	107,6	9,9	14,4	1,4	95,1	6,7	10,2	+	40,9	3,5
<i>O. similis</i>	47,7	4,4	32,2	3,1	32,8	+	54,1	3,8	38,3	3,3
<i>N. pl.+fleming.</i>	96,1	8,9	4,9	+	61,3	4,4	16,1	+	29,8	2,6
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>850,4</b>	<b>77,7</b>	<b>942,2</b>	<b>90,3</b>	<b>1226,7</b>	<b>84,7</b>	<b>1271,1</b>	<b>87,3</b>	<b>1026,7</b>	<b>88,6</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>1084,8</b>	<b>100</b>	<b>1022,4</b>	<b>100</b>	<b>1409,3</b>	<b>100</b>	<b>1425,1</b>	<b>100</b>	<b>1159,3</b>	<b>100</b>
Запас, млн т	10,3		32,5		13,4		14,4		70,5	
Выполнено станций	1015		565		820		291		2691	

Следует отметить, что валовый запас зоопланктона в летне-осенний период в восточной шельфовой зоне был в 2 раза выше, чем в западной — соответственно 46,9 и 23,7 млн т (табл. 9).

**Открытые воды** разделены на две части по границе экономической зоны России (район V) и США (район VI) (рис. 1).

В сообществе открытых вод западной части моря в зимний период отмечалась минимальная биомасса зоопланктона — 334 мг/м<sup>3</sup> (табл. 10). Основу составляли сагитты *S. elegans* — 44,7 %, эвфаузииды *Th. inermis* — 11,8, гиперииды *T. pacifica* — 8,4 %. Среди копепод в десятку доминирующих видов вошли *N. cristatus*, *M. pacifica*, *O. similis*, *P. min.+newm.* и *Pareuchaeta japonica*.

Весной биомассы увеличились в 5 раз. Основу составляли интэрзональные копеподы *E. bungii* (50,8 %), *N. cristatus* (20,1 %), которые мигрировали после зимовки из мезопелагиали. На долю хищных сагитт приходится 11,3 %. Среди эвфаузиид, как и зимой, преобладали *Th. inermis* и *Th. longipes* (табл. 10).

В летний и осенний периоды преобладали *S. elegans* (32,7–46,1 %), биомасса которых по сравнению с зимним и весенним периодами увеличилась в 2 раза (табл. 10). Наряду с сагиттами летом доминировали копеподы *E. bungii*, *N. cristatus*, *N. pl.+fleming.*, а осенью — *Th. longipes* и *N. pl.+fleming.*

Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в сообществе открытых вод эпипелагиали западной части Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 10

Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the epipelagic layer in the deep-water areas of the western Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Зима			Весна		
<i>S. elegans</i>	135,4	44,7	<i>E. bungii</i>	611,4	50,8
<i>Th. inermis</i>	44,0	11,8	<i>N. cristatus</i>	241,8	20,1
<i>T. pacifica</i>	28,9	8,4	<i>S. elegans</i>	125,8	10,4
<i>N. cristatus</i>	27,7	6,5	<i>N. pl.+fleming.</i>	68,4	5,7
<i>Th. longipes</i>	27,2	6,5	<i>Th. inermis</i>	52,0	4,3
<i>M. pacifica</i>	16,4	4,9	<i>M. pacifica</i>	19,3	1,6
<i>O. similis</i>	10,1	3,3	<i>O. similis</i>	18,5	1,5
<i>P. min.+newm.</i>	6,3	2,1	<i>Th. longipes</i>	13,3	1,1
<i>P. japonica</i>	4,7	1,6	<i>Th. inspinata</i>	12,6	1,0
<i>A. digitale</i>	4,3	1,4	<i>P. min.+newm.</i>	9,9	0,8
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>305,0</b>	<b>91,2</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1173,0</b>	<b>97,3</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>334,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1206,0</b>	<b>100</b>
Лето			Осень		
<i>S. elegans</i>	261,0	32,7	<i>S. elegans</i>	288,0	46,1
<i>E. bungii</i>	134,6	16,8	<i>Th. longipes</i>	56,6	9,1
<i>N. cristatus</i>	109,3	13,6	<i>E. bungii</i>	52,6	6,4
<i>N. pl.+fleming.</i>	77,7	9,7	<i>N. pl.+fleming.</i>	40,7	6,5
<i>Th. longipes</i>	41,1	5,1	<i>M. pacifica</i>	36,9	5,5
<i>O. similis</i>	35,1	4,4	<i>T. pacifica</i>	27,3	4,4
<i>M. pacifica</i>	28,9	3,6	<i>N. cristatus</i>	27,1	4,3
<i>A. digitale</i>	21,6	2,7	<i>A. digitale</i>	24,6	4,0
<i>T. pacifica</i>	18,8	2,3	<i>O. similis</i>	23,4	3,8
<i>P. min.+newm.</i>	9,9	1,2	<i>P. min.+newm.</i>	13,0	2,1
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>738,0</b>	<b>92,1</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>590,0</b>	<b>92,2</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>802,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>640,0</b>	<b>100</b>

Примечание. ± SE не превышала 5 % от представленных биомасс.

В восточной части моря наблюдалось большое сходство по величине биомассы и видовому составу с западной частью (табл. 10, 11), что дает основание для объединения этих двух районов (табл. 12).

В планктонном сообществе эпипелагиали открытых вод Берингова моря зимой доминировали *S. elegans* — 38,0 %, весной — копеподы *E. bungii* — 35,6 и *N. cristatus* — 20,8, летом — *S. elegans* — 32,2, *E. bungii* — 26,0, а осенью, как и зимой, доминировала *S. elegans* — 47,5 % (табл. 12).

Без разделения на экотонные зоны (шельф и открытые воды) в Беринговом море зимой доминировали сагитты *S. elegans* и эвфаузииды *Th. inermis*, *Th. longipes*, весной — интерзональные копеподы *E. bungii* и *N. cristatus*, летом и осенью — *S. elegans* и копеподы *E. bungii* и *C. gl.+marshal.* (табл. 13).

Без ранжирования по сезонам в Беринговом море на шельфе и открытых водах преобладают сагитты *S. elegans* (табл. 14). В надшельфовой зоне доминируют также холодолюбивые копеподы — *C. gl.+marshal.* и 2 вида эвфаузиид — *Th. raschii*, *Th. inermis*, в открытых водах — океанические интерзональные виды копепод *E. bungii*, *N. cristatus* и *N. pl.+fleming.*

По всей акватории Берингова моря доминируют сагитты *S. elegans* и 4 вида копепод: *E. bungii*, *N. cristatus*, *N. pl.+fleming.* и *C. gl.+marshal.* Менее значимыми были 2 вида

Таблица 11

Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в сообществе открытых вод эпипелагиали восточной части Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 11

Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the epipelagic layer in the deep-water areas of the eastern Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Зима			Весна		
<i>S. elegans</i>	94,2	45,4	<i>E. bungii</i>	375,9	27,0
<i>N. cristatus</i>	31,4	15,1	<i>N. cristatus</i>	296,8	21,3
<i>Th. longipes</i>	26,2	12,6	<i>N. pl.+fleming.</i>	236,4	17,0
<i>T. pacifica</i>	19,2	9,2	<i>S. elegans</i>	176,1	12,5
<i>Th. inermis</i>	9,0	4,4	<i>A. digitale</i>	140,2	10,0
<i>M. pacifica</i>	6,5	3,1	<i>O. similis</i>	44,2	3,2
<i>P. japonica</i>	5,1	2,5	<i>M. pacifica</i>	23,3	1,7
<i>A. digitale</i>	4,1	2,0	<i>Neocalanus cop.</i>	22,9	1,6
<i>N. pl.+fleming.</i>	3,8	1,8	<i>P. min.+newm.</i>	15,1	1,1
<i>E. bungii</i>	1,2	0,6	<i>Th. inspinata</i>	9,1	0,7
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>200,7</b>	<b>96,7</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1340,0</b>	<b>96,1</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>207,5</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1393,0</b>	<b>100</b>
Лето			Осень		
<i>E. bungii</i>	259,4	32,2	<i>S. elegans</i>	305,5	49,2
<i>S. elegans</i>	258,4	32,0	<i>Th. longipes</i>	65,6	10,6
<i>N. cristatus</i>	59,9	7,4	<i>N. pl.+fleming.</i>	46,7	7,5
<i>N. pl.+fleming.</i>	53,4	6,6	<i>O. similis</i>	43,7	7,0
<i>M. pacifica</i>	51,3	6,3	<i>M. pacifica</i>	36,0	5,8
<i>O. similis</i>	43,5	5,4	<i>E. bungii</i>	31,8	5,1
<i>A. digitale</i>	16,1	2,0	<i>T. pacifica</i>	21,4	3,5
<i>P. min.+newm.</i>	9,7	1,2	<i>N. cristatus</i>	14,2	2,3
<i>T. pacifica</i>	8,5	1,1	<i>A. digitale</i>	10,8	1,7
<i>Neocalanus cop.</i>	4,8	0,6	<i>P. min.+newm.</i>	10,3	1,7
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>765,0</b>	<b>94,8</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>586,0</b>	<b>94,4</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>807,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>621,0</b>	<b>100</b>

Таблица 12

Состав первых по биомассе 10 видов зоопланктона в сообществе открытых вод эпипелагиали Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 12

Top 10 zooplankton species with the highest biomass (mg/m<sup>3</sup>) in the epipelagic layer in the deep-water part of the Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Зима			Весна		
<i>S. elegans</i>	110,5	38,0	<i>E. bungii</i>	469,8	35,6
<i>N. cristatus</i>	39,3	13,5	<i>N. cristatus</i>	274,7	20,8
<i>Th. longipes</i>	34,4	11,8	<i>N. pl.+fleming.</i>	169,2	12,8
<i>T. pacifica</i>	28,7	9,9	<i>S. elegans</i>	155,9	11,8
<i>Th. inermis</i>	25,7	8,9	<i>A. digitale</i>	85,4	6,5
<i>M. pacifica</i>	12,4	4,3	<i>O. similis</i>	33,9	2,6
<i>P. japonica</i>	6,5	2,2	<i>Th. inermis</i>	24,5	1,9
<i>A. digitale</i>	5,5	1,9	<i>M. pacifica</i>	21,7	1,6
<i>N. pl.+fleming.</i>	5,0	1,7	<i>Neocalanus cop.</i>	13,9	1,1
<i>O. similis</i>	4,0	1,4	<i>P. min.+newm.</i>	13,0	1,0
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>272,0</b>	<b>93,6</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1262,0</b>	<b>95,7</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>291,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1318,0</b>	<b>100</b>

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Лето			Осень		
<i>S. elegans</i>	259,3	32,1	<i>S. elegans</i>	298,5	47,4
<i>E. bungii</i>	209,6	26,0	<i>Th. longipes</i>	62,1	9,9
<i>N. cristatus</i>	79,7	9,9	<i>N. pl.+fleming.</i>	44,4	7,0
<i>N. pl.+fleming.</i>	63,2	7,9	<i>E. bungii</i>	40,2	6,4
<i>M. pacifica</i>	42,3	5,3	<i>M. pacifica</i>	36,3	5,8
<i>O. similis</i>	40,1	5,0	<i>O. similis</i>	35,6	5,7
<i>A. digitale</i>	18,3	2,3	<i>T. pacifica</i>	23,8	3,8
<i>Th. longipes</i>	18,2	2,3	<i>N. cristatus</i>	19,4	3,1
<i>T. pacifica</i>	12,6	1,6	<i>A. digitale</i>	16,3	2,6
<i>P. min.+newm.</i>	9,7	1,2	<i>P. min.+newm.</i>	11,4	1,8
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>753,0</b>	<b>93,6</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>588,0</b>	<b>93,5</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>805,0</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>628,0</b>	<b>100</b>

Таблица 13  
Доминирующие по биомассе 10 видов зоопланктона в эпипелагиали Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 13  
Top 10 zooplankton species with the highest biomass in the epipelagic layer of the Bering Sea in 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Зима			Весна		
<i>S. elegans</i>	105,8	30,7	<i>E. bungii</i>	394,1	35,6
<i>Th. longipes</i>	37,9	11,0	<i>N. cristatus</i>	224,2	20,9
<i>Th. inermis</i>	36,7	10,6	<i>S. elegans</i>	187,8	11,8
<i>Th. raschii</i>	35,2	10,2	<i>N. pl.+fleming.</i>	153,7	12,8
<i>N. cristatus</i>	32,2	9,3	<i>A. digitale</i>	68,4	6,5
<i>T. pacifica</i>	26,8	7,8	<i>Th. inermis</i>	32,4	1,9
<i>M. pacifica</i>	13,2	3,8	<i>O. similis</i>	29,5	2,6
<i>P. min.+newm.</i>	11,1	3,2	<i>Th. raschii</i>	28,0	0,2
<i>O. similis</i>	6,5	1,9	<i>P. min.+newm.</i>	24,8	1,0
<i>P. japonica</i>	5,5	1,6	<i>M. pacifica</i>	21,6	1,6
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>310,9</b>	<b>90,1</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>1164,5</b>	<b>94,9</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>344,9</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>1229,0</b>	<b>100</b>
Лето			Осень		
<i>S. elegans</i>	257,3	32,2	<i>S. elegans</i>	311,7	39,2
<i>E. bungii</i>	188,5	26,0	<i>C. gl.+marshal.</i>	71,1	8,9
<i>C. gl.+marshal.</i>	88,0	0,5	<i>E. bungii</i>	58,5	7,4
<i>N. cristatus</i>	68,0	9,9	<i>Th. longipes</i>	51,3	6,5
<i>N. pl.+fleming.</i>	58,7	7,9	<i>N. pl.+fleming.</i>	39,5	5,0
<i>M. pacifica</i>	41,3	5,3	<i>O. similis</i>	39,3	4,9
<i>O. similis</i>	39,8	5,0	<i>M. pacifica</i>	39,0	4,9
<i>P. min.+newm.</i>	26,1	1,2	<i>P. min.+newm.</i>	34,6	4,3
<i>T. libellula</i>	23,0	0,1	<i>Th. raschii</i>	30,1	3,8
<i>Th. raschii</i>	22,0	0,5	<i>T. pacifica</i>	20,8	2,6
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>812,7</b>	<b>88,6</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>695,9</b>	<b>87,5</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>916,4</b>	<b>100</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>794,9</b>	<b>100</b>

Примечание.  $\pm$  SE не превышала 5 % от представленных биомасс.

эвфаузиид — *Th. raschii*, *Th. longipes* — и мелкие копеподы *M. pacifica* и *O. similis*. Следует отметить, что в 10 доминирующих видов в Беринговом море также вошли мелкие гидроидные медузы *A. digitale* (табл. 14).

Таблица 14

Доминирующие по биомассе 10 видов зоопланктона эпипелагиали Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 14

Top 10 zooplankton species with the highest biomass in the epipelagic layer of the Bering Sea, on average for 1986–2018

Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%	Вид	Мг/м <sup>3</sup>	%
Шельфовая зона			Открытые воды			Все море		
<i>S. elegans</i>	253,0	26,9	<i>S. elegans</i>	206,2	29,0	<i>S. elegans</i>	215,6	26,3
<i>C. gl.+marshal.</i>	192,9	20,5	<i>E. bungii</i>	180,1	25,4	<i>E. bungii</i>	161,4	19,7
<i>Th. raschii</i>	129,7	13,9	<i>N. cristatus</i>	103,3	14,5	<i>N. cristatus</i>	85,8	10,4
<i>E. bungii</i>	88,3	9,4	<i>N. pl.+fleming.</i>	70,4	9,9	<i>N. pl.+fleming.</i>	64,3	7,8
<i>P. min.+newm.</i>	82,0	8,7	<i>A. digitale</i>	31,4	4,4	<i>C. gl.+marshal.</i>	41,9	5,1
<i>Th. inermis</i>	57,7	6,1	<i>Th. longipes</i>	30,2	4,3	<i>Th. raschii</i>	28,8	3,5
<i>N. pl.+fleming.</i>	40,2	4,3	<i>O. similis</i>	28,4	4,0	<i>M. pacifica</i>	28,8	3,5
<i>T. libellula</i>	34,8	3,7	<i>M. pacifica</i>	28,2	4,0	<i>O. similis</i>	28,8	3,5
<i>M. pacifica</i>	31,2	3,3	<i>T. pacifica</i>	17,0	2,4	<i>Th. longipes</i>	27,7	3,4
<i>O. similis</i>	30,1	3,2	<i>Th. inermis</i>	14,9	2,1	<i>A. digitale</i>	26,6	3,2
<b>Сумма 10 видов</b>	<b>939,9</b>	<b>100</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>710,1</b>	<b>100</b>	<b>Сумма 10 видов</b>	<b>709,7</b>	<b>86,4</b>
<b>Общая биомасса</b>	<b>1058,2</b>	<b>113</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>760,6</b>	<b>107</b>	<b>Общая биомасса</b>	<b>821,3</b>	<b>100</b>

Общая картина сезонных изменений в различных биотопах с учетом размеров гидробионтов представлена в табл. 15.

Таблица 15

Средняя величина биомассы зоопланктона в различных биотопах эпипелагиали Берингова моря по сезонам (1986–2018 гг.), мг/м<sup>3</sup>

Table 15

Mean zooplankton biomass in the epipelagic layer of the Bering Sea in 1986–2018, by biotopes and by seasons, mg/m<sup>3</sup>

Компонент	Шельф	ОВ	Все море	Шельф	ОВ	Все море
	Зима			Весна		
Весь зоопланктон	556,0	290,8	344,9	879,9	1318,4	1229,0
МФ	40,9	9,6	16,1	50,7	58,8	57,1
СФ	31,6	22,5	24,3	65,4	61,3	62,1
КФ	483,5	258,7	304,5	763,8	1198,3	1109,8
Копеподы	110,9	73,9	81,5	353,3	1011,1	877,0
Сагитты	87,6	110,5	105,9	312,3	155,9	187,8
Эвфаузииды	329,6	63,9	118,0	196,4	52,5	81,9
Гиперииды	19,8	28,9	27,1	2,4	3,2	3,0
Медузы мелкие (< 20 мм)	0,1	5,5	4,4	1,9	85,4	68,4
Птероподы	1,2	2,1	1,9	1,4	1,4	1,4
Гаммариды	0,7	0,0	0,1	1,3	0,0	0,3
Ойкоплекры	0,0	1,6	1,3	0,5	4,7	3,8
Мизиды	0,3	0,0	0,1	2,9	0,1	0,7
Прочие+ихтиопланктон	5,7	4,3	4,6	7,4	4,1	4,8
	Лето			Осень		
Весь зоопланктон	1351,6	805,0	916,4	1445,4	628,4	794,9
МФ	153,3	70,3	87,2	186,9	56,9	83,3
СФ	108,8	76,7	83,3	114,0	60,8	71,7
КФ	1089,5	658,0	745,9	1144,5	510,7	639,9
Копеподы	784,5	467,2	531,9	774,2	201,9	318,6
Сагитты	248,6	259,5	257,2	363,5	298,5	311,8
Эвфаузииды	135,9	31,3	52,6	204,8	77,1	103,1

Компонент	Шельф	ОВ	Все море	Шельф	ОВ	Все море
	Лето			Осень		
Гиперииды	116,1	14,3	35,0	39,8	26,0	28,8
Медузы мелкие	14,1	18,3	17,5	15,9	16,3	16,2
Птероподы	10,1	2,5	4,0	19,0	3,1	6,3
Гаммариды	5,8	0,2	1,4	11,3	0,4	2,6
Ойкоплевры	5,5	4,7	4,8	1,8	0,4	0,7
Мизиды	2,6	0,3	0,7	7,7	0,1	1,6
Прочие+ихтиопланктон	28,3	6,9	11,2	7,3	4,6	5,2
Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	880,5	1188,1	2068,6	880,5	1188,1	2068,6
Слой, м	69	200	144	69	200	144

*Примечание.* Шельф — шельфовая зона, глубина до 200 м; ОВ — открытые воды, глубина более 200 м.

Во всех сообществах биомасса крупной фракции зоопланктона остается высокой, за исключением зимнего периода, когда она уменьшается в 1,5–2,0 раза. Особенно это выражено в сообществе открытых вод, где в результате миграции интерзональных видов копепоид на зимовку [Горбатенко, 1997] биомасса уменьшается в 2–4 раза. Биомассу крупного планктона в Беринговом море в основном составляют 5 групп планктеров — копепоиды, эвфаузииды, сагитты, гиперииды и мелкие гидроидные медузы. Представленные данные о составе и структуре планктонных сообществ Берингова моря окончательно подтвердили доминирование по биомассе крупного кормового планктона, отмеченное ранее [Волков, 2015].

По всей исследованной акватории эпипелагиали Берингова моря доля крупного планктона в различные сезоны составляет от 79,2 до 90,9 % (табл. 16). Как и в Охотском море, в зимний и весенний периоды доля крупного берингоморского планктона максимальна, а в осенний период, когда наблюдается максимальное развитие мелкого и среднеразмержного планктона (за счет новых генераций), минимальна.

Таблица 16

Доли по биомассе доминирующих групп планктона в различных биотопах эпипелагиали Берингова моря по сезонам в 1986–2018 гг., %

Table 16

Mean percentage of the main taxonomic groups of zooplankton in the epipelagic layer of the Bering Sea in 1986–2018, by biotopes and by seasons

Компонент	Шельф	ОВ	Все море	Шельф	ОВ	Все море
	Зима			Весна		
Весь зоопланктон	100	100	100	100	100	100
МФ	7,4	3,3	4,7	5,8	4,5	4,6
СФ	5,6	7,8	7,1	7,4	4,7	5,1
КФ	87,0	88,9	88,2	86,8	90,8	90,3
Копепоиды	20,0	25,4	23,6	40,2	76,7	71,4
Сагитты	15,8	38,0	30,7	35,5	11,8	15,3
Эвфаузииды	59,3	22,0	34,2	22,3	4,0	6,7
Гиперииды	3,6	9,9	7,8	0,3	0,2	0,2
Медузы мелкие	0,0	1,9	1,3	0,2	6,5	5,6
Птероподы	0,2	0,7	0,6	0,2	0,1	0,1
Гаммариды	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Ойкоплевры	0,0	0,6	0,4	0,1	0,4	0,3
Мизиды	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1
Прочие+ихтиопланктон	1,0	1,5	1,3	0,8	0,3	0,4

Компонент	Шельф	ОВ	Все море	Шельф	ОВ	Все море
	Лето			Осень		
Весь зоопланктон	100	100	100	100	100	100
МФ	11,3	8,7	9,5	12,9	9,1	10,5
СФ	8,1	9,5	9,1	7,9	9,7	9,0
КФ	80,6	81,8	81,4	79,2	81,2	80,5
Копеподы	58,0	58,0	58,0	53,6	32,1	40,1
Сагитты	18,4	32,2	28,1	25,1	47,5	39,2
Эвфаузииды	10,1	3,9	5,7	14,2	12,3	13,0
Гиперииды	8,6	1,8	3,8	2,8	4,1	3,6
Медузы мелкие	1,0	2,3	1,9	1,1	2,6	2,0
Птероподы	0,7	0,3	0,4	1,3	0,5	0,8
Гаммариды	0,4	0,0	0,1	0,8	0,1	0,3
Ойкоплевры	0,4	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1
Мизиды	0,2	0,0	0,1	0,5	0,0	0,2
Прочие+ихтиопланктон	2,1	0,9	1,2	0,5	0,7	0,7
Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	880,5	1188,1	2068,6	880,5	1188,1	2068,6
Слой, м	69	200	144	69	200	144

Доминирование крупного планктона согласуется с трофологическими исследованиями, проведенными ранее [Волков, 2012, 2015], которые показали, что основными кормовыми объектами массовых планктоноядных рыб Берингова моря являются представители макрозоопланктона, слагающие крупную фракцию сетного зоопланктона. Представители мелкой и средней фракций используются в основном хищным планктоном и рыбами на личиночной и мальковой стадиях [Горбатенко, 2018]. В то же время крупные сагитты и медузы могут питаться крупным планктоном, в основном копеподами, а личинки минтая переходят на питание крупным зоопланктоном уже при достижении длины 20–30 мм [Горбатенко и др., 2004]. Из представителей макрозоопланктона как по литературным, так и по нашим данным для большинства видов планктоноядных рыб характерно потребление главным образом 2–3 видов эвфаузиид, 4–6 видов копепод, в меньшей степени гипериид и крылоногих моллюсков. Соотношение перечисленных объектов в питании разных потребителей меняется в зависимости от их концентрации, морфологических особенностей строения ротового аппарата, сезона, местообитания, возраста и физиологических потребностей.

Полученные среднегодовые значения биомассы зоопланктона без ранжирования по сезонам указывают на то, что основу биомассы зоопланктона как в шельфовой зоне, так и в открытых водах Берингова моря составляли копеподы, 47,8–57,7 % по биомассе, в среднем по морю — 55,1 % (табл. 17).

Вторыми по значимости были сагитты, их доля изменялась в различных биотопах от 23,9 до 27,1 % (в среднем 26,3 %) (табл. 17). Доля эвфаузиид по морю составляла 10,8 %. Максимальные концентрации эвфаузииды создавали в шельфовой зоне, где их средняя биомасса составляла 216,7 мг/м<sup>3</sup>, 20,5 % от общего количества планктона в шельфовой зоне. В открытых водах концентрация эвфаузиид была почти в 4 раза ниже, чем на шельфе, и составляла 56,2 мг/м<sup>3</sup>, или 7,4 % от общего количества планктона в эпипелагиали открытых вод. Доля гипериид и медуз составляла менее 5 %, а доля птеропод, гаммарид, ойкоплевры и мизид была ниже 1 % (табл. 17).

Следует отметить, что выше мы представили осредненные данные за весь период исследования, хотя распределение видов по акватории подвержено существенным изменениям в зависимости от периода исследований.

Таблица 17

Среднегодовая биомасса зоопланктона в эпипелагиали Берингова моря в 1986–2018 гг.

Table 17  
Mean annual biomass of zooplankton in the epipelagic layer of the Bering Sea  
in 1986–2018, mg/m<sup>3</sup>

Компонент	Шельф		ОВ		Все море	
	Мг/м <sup>3</sup>	%	Мг/м <sup>3</sup>	%	Мг/м <sup>3</sup>	%
Весь зоопланктон	1058,2	100	760,6	100	821,3	100
МФ	107,9	10,2	48,9	6,4	60,9	7,4
СФ	80,0	7,6	55,3	7,3	60,4	7,3
КФ	870,3	82,2	656,4	86,3	700,0	85,3
Копеподы	505,8	47,8	438,5	57,7	452,2	55,1
Сагитты	253,0	23,9	206,1	27,1	215,7	26,3
Эвфаузииды	216,7	20,5	56,2	7,4	88,9	10,8
Гиперииды	44,5	4,2	18,1	2,4	23,5	2,9
Медузы мелкие	8,0	0,8	31,4	4,1	26,6	3,2
Птероподы	7,9	0,7	2,3	0,3	3,4	0,4
Гаммариды	4,8	0,5	0,2	0,0	1,1	0,1
Ойкоплевры	2,0	0,2	2,9	0,4	2,7	0,3
Мизиды	3,4	0,3	0,1	0,0	0,8	0,1
Прочие+ихтиопланктон	12,2	1,2	5,0	0,7	6,5	0,8
Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	880,5		1188,1		2068,6	
Слой, м	69		200		144	

### Выводы

Среднемноголетние (1986–2018 гг.) данные по эпипелагиали Берингова моря показали, что средняя величина биомассы составляет 821,3 мг/м<sup>3</sup> (в шельфовой зоне — 1058,2 мг/м<sup>3</sup>, в открытых водах — 760,6 мг/м<sup>3</sup>). Предыдущие исследования [Шунтов, Волвенко, 2017] показали, что среднемноголетняя (1980–2010 гг.) величина биомассы в эпипелагиали Берингова моря составляет 1079 мг/м<sup>3</sup>. Разница в биомассах, возможно, связана с различными методами расчетов для получения средних величин.

Доля по биомассе (в среднем за год) копепод составляет 55,1 %, сагитт — 26,3, эвфаузиид — 10,8, медуз — 3,2, гипериид — 2,9 % при среднегодовой валовой биомассе 245,1 млн т сырого вещества.

Основу сетного зоопланктона эпипелагиали Берингова моря составляют 10 видов, которые в сумме составляют 86,4 % по биомассе: *S. elegans* — 26,3 %, *E. bungii* — 19,7, *N. cristatus* — 10,4, *N. pl.+fleming.* — 7,8, *C. gl.+marshal.* — 5,1, *Th. raschii* — 3,5, *M. pacifica* — 3,5, *O. similis* — 3,5, *Th. longipes* — 3,4, *A. digitale* — 3,2 %.

Среднегодовая (1986–2018 гг.) валовая биомасса сетного зоопланктона в эпипелагиали Берингова моря составляет 245,1 млн т сырого вещества, на шельфе — 64,4, в глубоководной части моря — 180,7 млн т. Согласно предыдущим исследованиям [Шунтов, Волвенко, 2017] среднемноголетняя (1980–2010 гг.) валовая биомасса по всему морю имеет значение 282,1 млн т сырого вещества.

### Благодарности

Автор выражает глубокую признательность профессору В.П. Шунтову за ценные критические замечания, а также ведущему специалисту Н.Е. Кравченко за помощь в расчетах многолетних данных и оформлении данной работы.

### Финансирование работы

Работа проведена в рамках государственного задания № 076-00005-20-02 ФГБНУ «ВНИРО» на 2020 г.

### Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены. Информация обо всех пойманных гидробионтах была включена в статью. Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

### Список литературы

- Волвенко И.В.** Первый опыт эксплуатации новой базы данных сетного зоопланктона дальневосточных морей и сопредельных вод Тихого океана // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 187. — С. 19–47.
- Волков А.Ф.** Введение в трофологию минтая // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 183. — С. 166–185.
- Волков А.Ф.** Массовое появление *Themisto libellula* в северной части Берингова моря: «вторжение» или «вспышка»? // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 168. — С. 142–151.
- Волков А.Ф.** Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. — 2008а. — Т. 154. — С. 405–416.
- Волков А.Ф.** Среднеголетние характеристики зоопланктона Охотского и Берингова морей и СЗТО (межгодовые и сезонные значения биомассы, доминирование) // Изв. ТИНРО. — 2008б. — Т. 152. — С. 253–270.
- Волков А.Ф.** Состояние кормовой базы основных промысловых объектов Охотского моря в осенний период // Тресковые дальневосточных морей. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — С. 122–133.
- Горбатенко К.М.** Размерно-весовые характеристики зоопланктона Берингова моря в летний и осенний периоды // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2019. — С. 253–271.
- Горбатенко К.М.** Размерно-весовые характеристики планктона Охотского моря в весенний и летне-осенний периоды // Бюл. № 2 реализации “Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей”. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 276–281.
- Горбатенко К.М.** Состав, структура и динамика планктона Охотского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ИБМ ДВО РАН, 1997. — 24 с.
- Горбатенко К.М.** Трофодинамика гидробионтов в Охотском море : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 48 с.
- Горбатенко К.М., Мерзляков А.Ю., Шершенков С.Ю.** Особенности питания разноразмерных личинок минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) на западнокамчатском шельфе // Биол. моря. — 2004. — Т. 30, № 2. — С. 131–137.
- Заволокин А.В.** Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — 48 с.
- Радченко В.И.** Характеристика экосистемы Охотского моря по результатам моделирования // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 155. — С. 79–111.
- Численко Л.Л.** Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела : моногр. — Л. : Наука, 1968. — 106 с.
- Чучукало В.И.** Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 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., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.
- Aydin K.Y., Lapko V.V., Radchenko V.I., Livingston P.A.** A comparison of the eastern and western Bering Sea shelf and slope ecosystems through the use of mass-balance food web models : U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-130. — 2002. — 78 p.

## References

- Volvenko, I.V.**, First experience of using a new database on net zooplankton in the Far-Eastern Seas and adjacent Pacific waters, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 187, pp. 19–47.
- Volkov, A.F.**, Introduction to trophology of walleye pollock, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 183, pp. 166–185.
- 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.**, 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.**, 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.**, The state of the food base of the main commercial objects of the Sea of Okhotsk in the autumn period, in *Treskovyye dal'nevostochnykh morey* (Treskovyye Far East seas), Vladivostok: TINRO, 1986, pp. 122–133.
- Gorbatenko, K.M.**, Size and weight characteristics of zooplankton in the Bering Sea in summer and autumn, in *Byull. no. 14 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 14 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2019, pp. 253–271.
- Gorbatenko, K.M.**, Size and weight characteristics of plankton in the Sea of Okhotsk in spring and summer-autumn periods, in *Byull. no. 2 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoi programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 2 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, 276–281.
- Gorbatenko, K.M.**, Composition, structure, and dynamics of plankton in the Sea of Okhotsk, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: Inst. Biol. Morya, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 1997.
- Gorbatenko, K.M.**, Trophodynamics of aquatic organisms in the Sea of Okhotsk, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: Inst. Biol. Morya, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2018.
- Gorbatenko, K.M., Merzlyakov, A.Yu., and Shershenkov, S.Yu.**, Feeding patterns in different size larvae of walleye pollack, *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) on the shelf of western Kamchatka, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2004, vol. 30, no. 2, p. 113–120.
- Zavolokin, A.V.**, Food availability for Pacific salmon during the period of feeding in sea and ocean, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014.
- Radchenko, V.I.**, Characterization of the Sea of Okhotsk ecosystem based on ecosystem modeling, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 155, pp. 79–111.
- Chislenko, L.L.**, *Nomogrammy dlya opredeleniya vesa vodnykh organizmov po razmeram i forme tela* (Nomograms for determining the weight of aquatic organisms by size and body shape), Leningrad: Nauka, 1968.
- Chuchukalo, V.I.**, *Pitanie i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnykh moryakh* (Diet and Feeding Interactions among Nekton and Nektobenthos in the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006.
- 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. 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. and Temnykh, O.S.**, *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, vol. 1.
- Aydin, K.Y., Lapko, V.V., Radchenko, V.I., and Livingston, P.A.**, A comparison of the eastern and western Bering Sea shelf and slope ecosystems through the use of mass-balance food web models, *U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-130*, 2002.

Поступила в редакцию 1.02.2021 г.

После доработки 6.02.2021 г.

Принята к публикации 26.02.2021 г.