



## Среда обитания водных биологических ресурсов

# Основные элементы трофологии минтая и его кормовой базы

А.Ф. Волков

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, Владивосток, 690091  
E-mail: volkov413@yandex.ru

**Цель работы:** исследование особенностей трофологии разноразмерного минтая, выделение доминирующих видов, по которым в планктоне следует рассматривать сезонную и межгодовую динамику и общую оценку его кормовой базы.

**Используемые методы:** для решения поставленной задачи использованы базы данных ТИНРО «Зоопланктон» и «Трофология», существующие в формате Excel; при сборе и обработке проб по питанию и планктону применялись методы, принятые в ТИНРО в качестве стандартных, полная обработка проведена в судовых лабораториях в свежем виде.

**Новизна:** элементами новизны являются выявленные и уточнённые особенности некоторых элементов трофологии минтая, современная оценка состояния его кормовой базы, данные, рассчитанные по её структуре с разделением на фракционный, групповой и видовой состав. Для навески в 1000 кг каждого размерного класса минтая составлены таблицы их суточных рационов в килограммах с разбивкой на виды для Охотского и Берингова морей и северо-западной части Тихого океана.

**Практическая значимость:** материалы по трофологии минтая позволяют оценить кормовую базу с учётом потребностей каждой из его размерных группировок, а по таблицам их суточных рационов для Охотского и Берингова морей и северо-западной части Тихого океана возможно быстро рассчитать общую потребность в пище, а при наличии оценочных данных по запасу фракций, групп и доминирующих видов — определить их выедание, пресс на планктонное сообщество, конкуренцию с другими видами.

**Ключевые слова:** минтай *Gadus chalcogrammus*, личинки, питание минтая, жирность печени, суточная ритмика, зоопланктон, кормовая база.

## Basic trophological elements of walleye pollock and its food supply

Anatoly F. Volkov

Pacific branch of VNIRO («ТИНРО»), 4, per. Shevchenko, Vladivostok, 690091, Russia

**Objectives:** to study the features of the trophology of pollock of different sizes, to identify the dominant species, according to which the seasonal and interannual dynamics of its food supply should be considered in plankton.

**Methods used:** to solve the problem, TINRO databases «Zooplankton» and «Trophology» were used, which exist in the Excell format, when the methods accepted in TINRO were used as standard for collecting and processing fish feeding and plankton samples; complete processing was carried out fresh in the ship's laboratories.

**Novelty:** the elements of novelty are the identified and refined features of the trophology of the Sea of Okhotsk pollock, a modern assessment of the state of its food supply, calculated data on its structure divided into fractional group and species composition. For a sample of 1000 kg of each pollock size class, tables of their daily rations in kg were compiled, broken down into species for the Sea of Okhotsk and the Bering Sea and the northwestern part of the Pacific Ocean.

**Practical significance:** materials on the trophology of walleye pollock make it possible to evaluate the food base taking into account the needs of each of its size groups, and according to the tables of their daily rations for the Sea of Okhotsk and the Bering Sea and the northwestern part of the Pacific Ocean, it is possible to quickly calculate the total need for food, and, if data on the stock of fractions, groups and dominant species are available, determine their predation, pressure on the plankton community and competition with other species.

**Keywords:** walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, walleye pollock feeding, liver fat content, diurnal rhythm, zooplankton, food supply.

## ВВЕДЕНИЕ

Значение минтая (*Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814) в морях северной части Тихого океана исключительно велико не только как доминирующего в отечественном промысле, но и как вида, играющего огромную роль в его экосистеме. Существование вида с такой высокой численностью и биомассой предпо-

лагает наличие достаточного количества пищи, которая должна соответствовать его потребностям на каждой стадии онтогенеза, поэтому, помимо пресса со стороны хищников, интенсивного промысла и суровых климатических условий, именно состояние кормовой базы является тем фактором, который влияет на размножение, рост и развитие и, в конечном итоге, на

формирование урожайных поколений. Таким образом, представляется необходимым изучение и постоянный мониторинг питания минтая и состояния его кормовой базы, позволяющей ему поддерживать численность на высоком уровне в течение длительного периода.

Приступая к исследованию состояния кормовой базы какого-либо биологического объекта, необходимо прежде всего уяснить, какие виды составляют основу в его пище, учитывая при этом возрастную и региональную специфику, после чего, выделив из состава многочисленных потенциальных жертв наиболее значимые, приступать к следующему этапу определения обеспеченности пищей, наличия конкурентов и т. п. Поэтому в данной статье сначала речь идёт о трофологии минтая и только потом о его кормовой базе, т. е., говоря о кормовой базе минтая, следует иметь в виду не зоопланктон, нектон или бентос вообще, а только те виды, которые реально являются объектами его питания в данном районе, в данный сезон и применительно к соответствующей возрастной категории.

Питание минтая на всём протяжении его жизненного цикла начиная от личинок довольно хорошо изучено и результаты этих исследований изложены во многих научных публикациях. В частности, установлены групповой и видовой состав объектов питания и его изменение в зависимости от возраста минтая, его физиологического состояния, сезона, места обитания [Волков, 2000; 2015б; 2016; Микулич, 1949; Максименков, 1984, 2007; Качина, Савичева, 1987; Волков и др. 1990, 2003; Шунтов и др., 1993; Кузнецова, 2005; Чучукало, 2006 и мн. др.]. Что касается зоопланктона как основной составляющей кормовую базу минтая, то за последние 35 лет проведены регулярные исследования планктона эпипелагиали Охотского, Берингова и Чукотского морей и прилежащих вод Тихого океана, в результате получены различные качественные и количественные характеристики планктонных сообществ, исследованы их региональные особенности, сезонная и межгодовая динамика, прежде всего с точки зрения оценки состояния кормовой базы массовых и промысловых видов нектона, особенно минтая, сельди, тихоокеанских лососей и некоторых других. Результаты изложены в многочисленных публикациях (статьи в «Известиях ТИНРО», «Бюллетене изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке» и др. периодических изданиях), кандидатских и докторских диссертациях, монографиях и вряд ли они нуждаются в подробном перечислении в настоящей статье.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данные по питанию минтая и состоянию его кормовой базы взяты из баз данных ТИНРО-Центра:

«Трофология» и «Зоопланктон» за 1984–2021 гг., сформированных в формате Excel по результатам научно-исследовательских экспедиций, пробы зоопланктона и пробы по питанию минтая собраны и обработаны преимущественно сотрудниками лаборатории Планктона (теперь Мониторинга кормовой базы и питания рыб) в соответствии с методиками, принятыми в ТИНРО-Центре в качестве стандартных [Волков, 2008] и кратко изложенными ниже. Количество проб по питанию и планктонных станций приведено ниже в отдельных графах некоторых таблиц, а также в специальной статье о работе с упомянутыми выше базами данных [Волков, 2019].

**Пробы по питанию.** При обработке проб по питанию применялся так называемый «групповой» метод, когда от каждого размерного класса исследуемого вида отбираются 10–25 желудков (в случае с лососями количество желудков может исчисляться и единицами), визуально определяется их наполнение по 5-балльной системе (0 – пустой, 4 – туго «набитый», остальные – промежуточные), пересчитывается процентный состав желудков по наполнению, а пищевые комки раскладываются в кювету. Эти данные могут быть полезными при установлении суточной ритмики питания. Затем все желудки объединяются и обрабатываются как одна проба. Крупных животных (рыбы, ракообразные, кальмары, медузы, гребневики и т. п.) следует отделить от остальной массы, состоящей из зоопланктона и мелкого ихтиопланктона. В «нектонной» фракции определяются видовой состав, длина животных, степень переваренности и масса или доля в процентах, после чего вся фракция взвешивается. В планктонной части определяются доля групп (эвфаузииды, гиперииды, копеподы, крылоногие и т. п.) и степень их переваренности, после чего эта фракция также взвешивается. Проба обрабатывается без фиксации формалином непосредственно после её получения. Общий индекс наполнения желудка (ИНЖ) рассчитывается в промилле (‰) как отношение веса пищи к весу рыбы, умноженное на 10000. Вес пищи, длина и вес рыбы рассчитываются как среднеарифметические для пробы. Всего в Базе «Трофология» насчитывается более 13100 проб по питанию минтая (более 220000 желудков).

**Пробы планктона.** Во всех экспедициях ТИНРО-Центра планктон облавливался сетями БСД (площадь устья 0,1 м<sup>2</sup>, капроновое сито № 49, размер ячеек 0,15 мм) в слое 0–200 м или 0–«дно», если глубина была менее 200 м. Скорость подъёма сетей составляла 0,7–1,0 м/сек. При обработке пробы зоопланктона механически разделялись на три размерные фракции посредством процеживания через набор из двух сит:

№ 7 (ячей 1,2 мм) и № 14 (ячей 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 (> 3,2–3,5 мм). Эти сокращения используются ниже в таблицах и тексте. Поскольку все орудия лова планктона фильтрующего типа дают заниженные результаты, в полученные результаты вводились поправки на недолов, которые были предложены частично на основании имеющихся публикаций, а частично по экспертным оценкам [Шунтов В.П. и др., 1988]: для мелкой фракции – 1,5; для средней фракции – 2,0; для планктона крупной фракции применяются дифференцированные поправки: для эвфаузиид, мизид и щетинкочелюстных длиной до 10 мм – 2, 10–20 мм – 5, более 20 мм – 10; для гипериид длиной до 5 мм – 1,5, 5–10 мм – 3, более 10 мм – 5; для копепод длиной до 5 мм – 2, более 5 мм – 3; для полихет, птеропод и других малоподвижных животных – 1,0.

При расчётах биомассы и запасов массовых групп и видов КФ, таких как эвфаузииды, гиперииды, и копеподы р. *Metridia* данные приводятся к ночному времени по коэффициентам, получаемым как отношение средних ночных биомасс к дневным, для всех остальных видов этого не требовалось. Эти коэффициенты

в зависимости от региона обычно более или менее постоянны: взрослые эвфаузииды и мизиды – 4,5–5,0, гиперииды – 2,0–3,0, *Metridia pacifica* – 4,0–5,0, *M. okhotensis* – 3,0.

Средние значения биомасс и запасы рассчитаны для биостатистических районов [Волков, 2019], которые объединены в макрорайоны (рис. 1), в масштабе которых их можно считать средневзвешенными.

В исследованиях ТИНРО принята условная продолжительность сезонов: зима – декабрь–март, весна – апрель – 15 июня, лето – 16 июня – 15 сентября, осень – 16 сентября–ноябрь. При построении карт горизонтального распределения по 1-градусным трапециям значения координат после запятой следует изменить (но не округлять!) на 50, тогда все данные, попавшие в такие координаты, оказываются автоматически осредненными (практически средневзвешенными) и представленными центральными точками, что устраняет неравномерность в распределении станций.

В тексте, рисунках и таблицах используются сокращения: **МФ** (small sized fraction), **СФ** (medium), **КФ** (large), **МСФ**, **МСКФ** (**М** – мелкая, **С** – средняя, **К** – крупная, **Ф** – фракция); **З**, **В**, **Л**, **О** – зима, весна, лето, осень. **СПР** – суточный пищевой рацион (в относи-

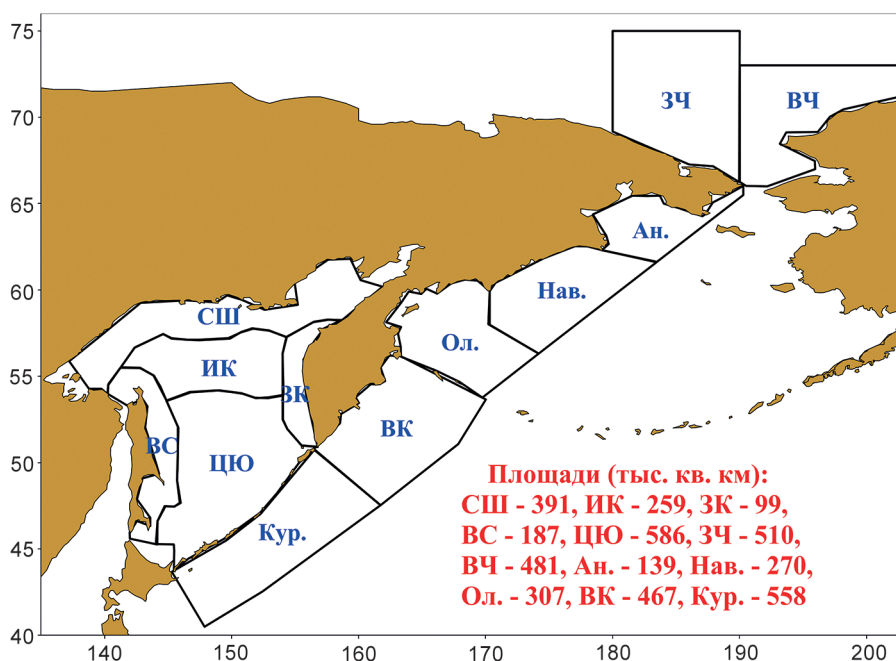


Рис. 1. Макрорайоны осреднения информации

Обозначения. Названия макрорайонов: СШ – северная часть, ИК – Ионо-Кашеваровский, ЗК – Западная Камчатка, ВС – Восточный Сахалин, ЦЮ – Центральная и Южная котловины, ЗЧ и ВЧ – Западная и Восточная Чукотка, Ан. – Анадырский, Нав. – Наваринский, Ол. – Олюторский, ВК – Восточная Камчатка, Кур. – Курильский (ЮКР)

Fig. 1. Macroregions of information averaging

Notation: names of macrodistricts: СШ – northern part, ИК – Iono-Kashevarovskiy, ЗК – western Kamchatka, ВС – eastern Sakhalin, ЦЮ – Central and Southern basins, ЗЧ and ВЧ – western and eastern Chukotka, Ан. – Anadyrskiy, Нав. – Navarinский, Ол. – Olyutorskiy, ВК – eastern Kamchatka, Кур. – Kuril (ЮКР)

тельных или абсолютных единицах). Индекс наполнения желудка – **ИНЖ** (stomach filling index – **SFI**) – ( $\text{‰}$  – продецимилле) = вес пищи / вес рыбы  $\times 10000$ .

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИТАНИЯ МИНТАЯ

Пелагические промысловые тралы, которые используются в учётных съёмках на НИСах, не предназначены для облова сеголеток минтая, тем более мальков. Чтобы как-то компенсировать этот недостаток, в кутовую часть вставляют мелкоячеистый конус с ячейей 1 см, длиной 12 м и диаметром 1 м. Какая-то часть мелкого минтая облавливается, но за все годы сбора материалов по питанию их накопилось сравнительно немного и вряд ли эти уловы можно считать количественными, однако и по таким сравнительно немногочисленным пробам можно получить достаточно репрезентативные пробы по составу пищи и доле доминирующих ингредиентов.

Нерест минтая растянут во времени, поэтому разновозрастные личинки встречаются одновременно (рис. 2), их размеры быстро увеличиваются, соответственно изменяется состав и возрастают размеры пищи (рис. 4–6).

В первые дни после перехода личинок минтая на экзогенное питание основу их пищи составляет нано- и микропланктон, а затем по мере роста их сменяет зоопланктон мелкой фракции (рис. 3). Наибольшее значение в питании личинок имеют копеподы р. *Pseudocalanus*, являющиеся одними из самых массовых не только в Охотском, но также в Беринговом и Японском морях [Шунтов и др. 1993; Kamba, 1977; Nishiyama, Hirano, 1985 и др.], с самого начала пищевой личинок служат яйца и науплии этих копепод. Нерест

и появление яиц, науплиев и ранних копеподитов у р. *Pseudocalanus* совпадают с появлением личинок минтая и представляют собой удобный пищевой объект, поскольку с самых ранних стадий их тела содержат оранжевую каплю жира, т. е. они питательны и хорошо заметны. По-видимому, в формировании урожайных поколений минтая именно эти копеподы имеют наибольшее значение. Другой массовый вид копепод *Oithona similis* также занимает существенную долю в пище личинок, но она гораздо меньше, чем у видов р. *Pseudocalanus*. В отдельных случаях, как это имело место в восточной части Охотского моря, на самых ранних стадиях в пище личинок могут доминировать велигеры двустворчатых моллюсков. По мере роста и перехода в разряд сеголеток доля мелких копеподитов снижается, их место занимают взрослые особи копепод мелкой фракции и копеподиты более крупных копепод, в пище появляются крупные яйца и науплии эвфаузиевых, а затем и калиптописы [Волков, 2015б; Максименков, 2007].

Помимо набора организмов, обычно указываемых в списке пищевых объектов личинок минтая, весьма вероятно, что определённую часть пищи особенно у самых ранних личинок могут иметь голые жгутиковые, бактерии, зоофлагеллаты и беспанцирные инфузории. Перечисленные группы микроскопических организмов в своём большинстве являются первичными деструкторами и одновременно служат пищей для ранних стадий нектона и зоопланктона. Их роль в экосистеме чрезвычайно велика, численность резко возрастает в заключительной фазе цветения фитопланктона, т. е. в весенний период. В это время их биомасса достигает уровня биомассы мезопланктона – до 100–1000 мг/м<sup>3</sup>, а если учесть скорость раз-

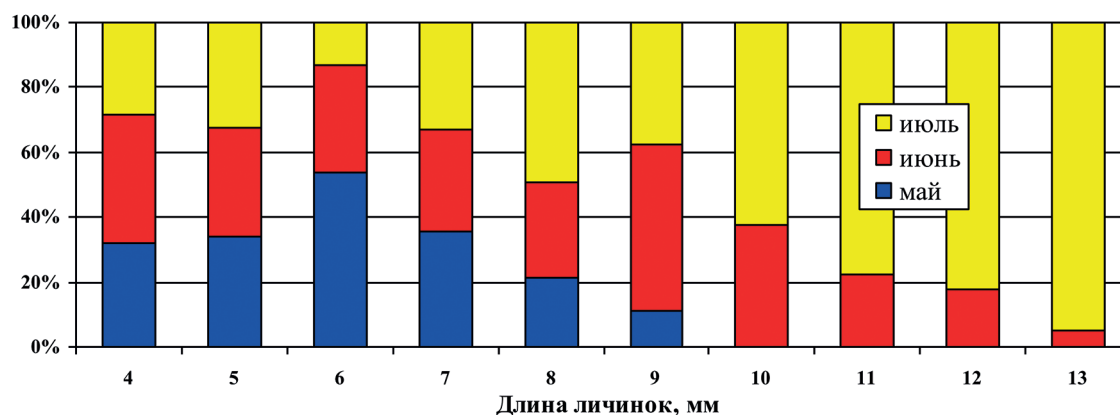
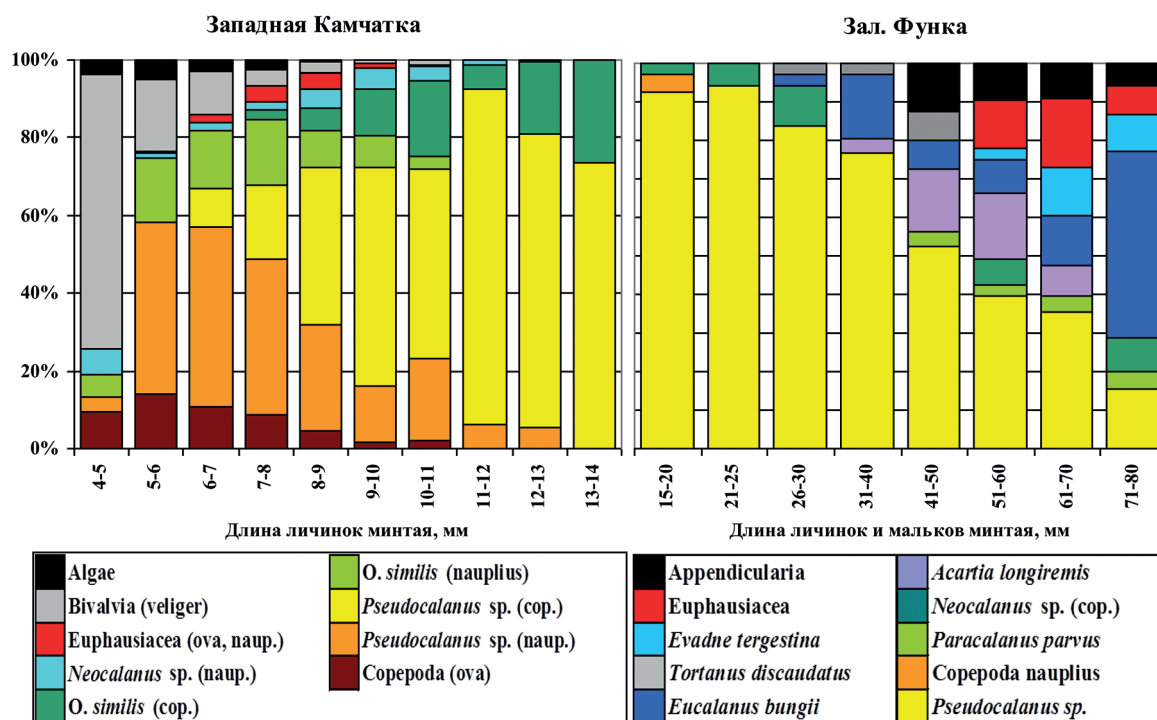


Рис. 2. Размерный состав (%) личинок минтая в восточной части Охотского моря в разные месяцы по многолетним данным [по: Максименков, 2007]

Fig. 2. Size composition (%) of walleye pollock larvae in the eastern part of the Sea of Okhotsk in different months according to long-term data [according to: Maksimenkov, 2007]



**Рис. 3.** Состав пищи (% от массы) личинок минтая из восточной части Охотского моря (левый рис. по: Максименков, 2007, с изменениями); личинок и сеголеток минтая из зал. Функа, Хоккайдо [Kamba, 1977, с изменениями]

**Fig. 3.** Food composition (% by weight) of pollack larvae of the eastern part of the Sea of Okhotsk (left fig. by: Maksimenkov, 2007, as amended); larvae and fingerlings of pollock Funka Bay, Hokkaido [right fig. by Kamba, 1977, as amended]

множения и смены поколений, что происходит неоднократно в течение суток, то становится понятным, что их суточная продукция намного превосходит биомассу [Туманцева, 1982; Туманцева, Копылов, 1985]. Планктонными сетями этот микро- и наннопланктон не улавливается, а в желудках рыб они мгновенно деформируются и распадаются, поэтому приходится констатировать, что в практике ТИНРО-Центра и других прикладных организаций эти звенья пищевой цепи оказываются «за бортом» исследований. Пространственно-временные аспекты экологии эвфаузиид Охотского моря (включая ранние стадии развития) подробно разобраны в специальной статье [Волков, 2015a].

Понятно, что каждая стадия развития животных требует для себя определённого набора пищевых объектов. Поэтому для успешного выживания нарождающегося поколения, при прочих благоприятных условиях, определяющим фактором является своевременное появление этого набора в составе планктона в достаточном количестве. Просматриваются такие основные ситуации: 1 — при запаздывании или наоборот, при слишком раннем развитии кормовой базы, даже при хорошем нересте поколение может оказаться неурожайным; 2 — своевременное же развитие кормовой базы даже при не самом обильном нересте

может обеспечить появление достаточно урожайного поколения.

Состав пищи минтая и размеры пищевых объектов тесно связаны с его собственными размерами и состоянием его реальной и потенциальной кормовой базы, её региональными особенностями, что видно при сравнении Охотского и Берингова морей и северо-западной части Тихого океана, которые в зависимости от преобладания групп КФ были названы соответственно «эвфаузиидно-копеподно-сагиттовым» и «сагиттово-копеподным» [Волков, 1996].

Хотя по видовому составу пищевые спектры минтая весьма разнообразны и достаточно специфичны на региональном уровне, но, как наглядно показывают графики на рис. 4, в плане крупных таксонов они во всех морях состоят из нескольких компонентов: планктона КФ (копепод, эвфаузиид и гипериид), нектона (рыбы и кальмары) и нектобентоса (декаподы, преимущественно северная и углохвостая креветки), и с 1970–1980-х гг. [Качина, Савичева, 1987] заметных изменений в общей картине не произошло.

В табл. 2–4 приведён состав доминирующих в пище минтая разноразмерных видов зоопланктона и нектона. Естественно, что видовой состав эвфаузиид и копепод в пище минтая будет отличаться

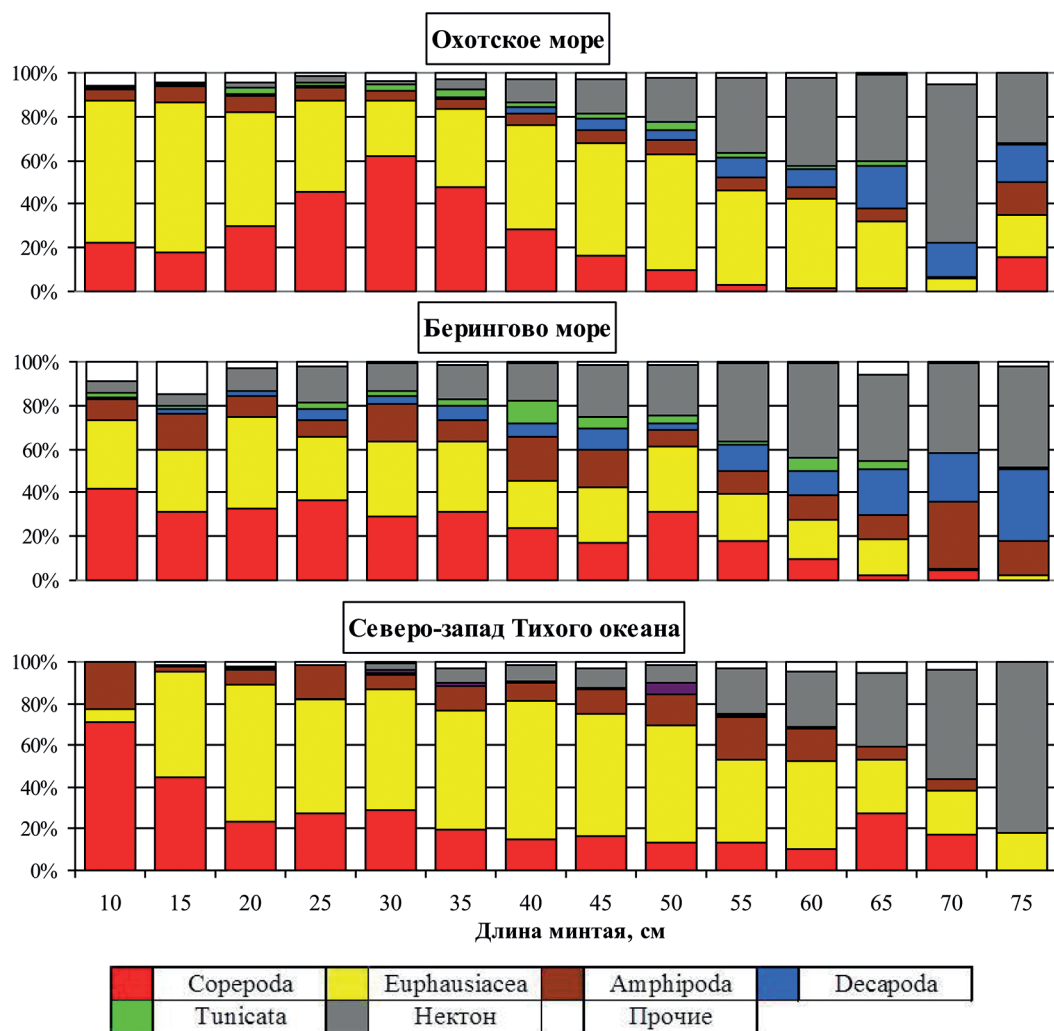


Рис. 4. Изменение состава пищи минтая в зависимости от его размеров

Fig. 4. Changes in the composition of pollock food depending on its size

Таблица 1. Видовой состав пищи разноразмерного минтая в северной части Охотского моря (ИНЖ, ‰)

Table 1. Species composition of food of pollock of different sizes in the northern part of the Sea of Okhotsk (SFI, ‰)

| Длина минтая, см | ИНЖ | Нектон | Планктон | <i>Calanus glacialis</i> | <i>N. plumchrus</i> | <i>M. okhotensis</i> | <i>Th. longipes</i> | <i>Th. raschii</i> | <i>Themisto pacifica</i> | <i>T. libellula</i> | <i>Cl. pallasi</i> | <i>Leuroglossus schmidtii</i> | <i>Gadus chalcogrammus</i> | Прочие |
|------------------|-----|--------|----------|--------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|--------|
| 5-10             | 181 | 0      | 181      | 8                        | 11                  | 23                   | 6                   | 75                 | 19                       | 5                   | 0                  | 0                             | 0                          | 34     |
| 10-20            | 154 | 5      | 148      | 2                        | 7                   | 24                   | 7                   | 82                 | 4                        | 6                   | 0                  | 0                             | 0                          | 22     |
| 20-30            | 187 | 1      | 186      | 1                        | 26                  | 19                   | 99                  | 27                 | 3                        | 1                   | 0                  | 0                             | 0                          | 11     |
| 30-40            | 89  | 13     | 76       | 1                        | 7                   | 8                    | 22                  | 18                 | 2                        | 1                   | 0                  | 9                             | 0                          | 19     |
| 40-50            | 80  | 14     | 66       | 0                        | 4                   | 2                    | 24                  | 18                 | 3                        | 1                   | 1                  | 5                             | 1                          | 20     |
| 50-60            | 78  | 27     | 52       | 0                        | 1                   | 0                    | 20                  | 13                 | 3                        | 1                   | 6                  | 5                             | 3                          | 26     |
| 60-80            | 118 | 70     | 48       | 0                        | 0                   | 0                    | 17                  | 3                  | 4                        | 1                   | 28                 | 2                             | 14                         | 49     |

**Таблица 2.** Видовой состав пищи разноразмерного минтая в западной части Берингова моря (ИНЖ, ‰)  
**Table 2.** Species composition of food of different-sized walleye pollock in the western part of the Bering Sea (SFI, ‰)

| Длина минтая, см | ИНЖ | Нектон | Планктон | <i>C. glacialis</i> | <i>N. plumchrus</i> | <i>N. cristatus</i> | <i>Pseudocalanus</i> sp. | <i>Euphausiacea</i> yuv. | <i>Th. longipes</i> | <i>Th. raschii</i> | <i>Th. inermis</i> | <i>T. pacifica</i> | <i>T. libellula</i> | <i>Oikopleura vanhoeffeni</i> <sup>1</sup> | <i>Pandalus</i> sp. | <i>Mallotus villosus</i> | <i>G. chalcogramma</i> | Прочие |
|------------------|-----|--------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------|
| 2–5              | 234 | 0      | 234      | 51                  | 28                  | 30                  | 70                       | 20                       | 0                   | 14                 | 0                  | 6                  | 0                   | 2                                          | 0                   | 0                        | 0                      | 13     |
| 5–10             | 204 | 2      | 202      | 42                  | 24                  | 7                   | 5                        | 11                       | 2                   | 22                 | 23                 | 4                  | 2                   | 2                                          | 0                   | 2                        | 0                      | 58     |
| 10–20            | 183 | 10     | 172      | 19                  | 18                  | 10                  | 0                        | 4                        | 0                   | 46                 | 35                 | 2                  | 6                   | 1                                          | 1                   | 1                        | 7                      | 32     |
| 20–30            | 170 | 30     | 140      | 24                  | 21                  | 18                  | 0                        | 1                        | 0                   | 33                 | 11                 | 4                  | 8                   | 3                                          | 3                   | 20                       | 4                      | 19     |
| 30–40            | 228 | 33     | 195      | 6                   | 5                   | 9                   | 0                        | 0                        | 1                   | 42                 | 8                  | 2                  | 52                  | 29                                         | 3                   | 28                       | 3                      | 42     |
| 40–50            | 94  | 17     | 77       | 2                   | 1                   | 12                  | 0                        | 0                        | 3                   | 13                 | 5                  | 2                  | 16                  | 11                                         | 2                   | 4                        | 7                      | 15     |
| 50–60            | 82  | 25     | 57       | 0                   | 0                   | 19                  | 0                        | 0                        | 9                   | 5                  | 5                  | 2                  | 3                   | 3                                          | 5                   | 6                        | 7                      | 17     |
| 60–80            | 183 | 109    | 73       | 0                   | 0                   | 5                   | 0                        | 0                        | 5                   | 9                  | 4                  | 1                  | 11                  | 6                                          | 18                  | 20                       | 61                     | 43     |

**Таблица 3.** Видовой состав пищи разноразмерного минтая в северной части Тихого океана (ИНЖ, ‰)  
**Table 3.** Species composition of food of different-sized walleye pollock in the North Pacific Ocean (SFI, ‰)

| Длина минтая, см | ИНЖ | Нектон | Планктон | <i>N. plumchrus</i> | <i>N. cristatus</i> | <i>Th. longipes</i> | <i>Th. inermis</i> | <i>E. pacifica</i> | <i>T. pacifica</i> | Прочие |
|------------------|-----|--------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| 5–10             | 82  | 0      | 82       | 46                  | 0                   | 0                   | 0                  | 12                 | 24                 | 0      |
| 10–20            | 145 | 1      | 144      | 35                  | 17                  | 24                  | 12                 | 17                 | 3                  | 36     |
| 20–30            | 73  | 1      | 72       | 2                   | 7                   | 3                   | 10                 | 18                 | 6                  | 27     |
| 30–40            | 65  | 4      | 62       | 1                   | 4                   | 10                  | 12                 | 12                 | 5                  | 22     |
| 40–50            | 84  | 6      | 77       | 0                   | 21                  | 11                  | 12                 | 7                  | 7                  | 25     |
| 50–60            | 70  | 14     | 57       | 1                   | 9                   | 10                  | 12                 | 4                  | 13                 | 23     |
| 60–80            | 53  | 28     | 25       | 0                   | 7                   | 8                   | 0                  | 2                  | 2                  | 34     |

в зависимости от моря и тех районов, где были взяты пробы: в северной части Охотского моря это *Thysanoessa raschii* и *Th. longipes*, в Центральной котловине – *Th. longipes*, в Южной – *Th. longipes* и *Euphausia pacifica*, а из копепод КФ это, прежде всего, *Calanus glacialis* (Западная Камчатка и Восточный Сахалин), эндемик моря *M. okhotsensis* и *N. plumchrus*. В Беринговом море и северо-западной части Тихого океана набор массовых видов кормовой базы иной, но укладывается в те же таксоны.

Уменьшение ИНЖ минтая с увеличением его размеров вполне закономерно и связано со снижением темпов прироста. Что касается нектонной части пищи, то она появляется уже у особей длиной от 20–30 см и постепенно возрастает, составляя у самых крупных рыб более 50% рациона (см. рис. 4, табл. 2–4). Очевидно, что при этом возрастает срок переваривания

пищи: чем она крупнее, тем больше времени нужно для её полного переваривания. Этот факт необходимо учитывать при расчётах суточных пищевых рационов (СПР), как это было сделано для лососей [Волков, 2016б], и вводить понижающие коэффициенты хотя бы экспертно (в 2–3 раза).

Установленная у тихоокеанских лососей общая суточная ритмика питания показывает, что в течение суток зоопланктон в их желудках переваривается почти полностью. У минтая установить ритмику более сложно (Волков, 2015б), хотя в Охотском и Беринговом морях в зимне-весенний период в открытой части ритмику удалось проследить по доле свежей пищи (рис. 5), причём, в Охотском море, где в пище преобладали эвфаузииды, питание было преимущественно ночное, а в Беринговом, где преобладал *Neocalanus cristatus*, – дневное [Волков, 1996]. Но суточная рит-

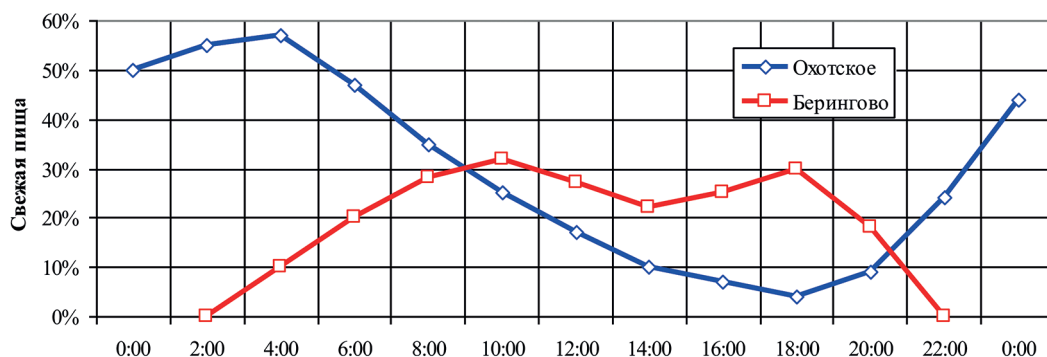


Рис. 5. Доля свежей пищи в желудках минтая в зимне-весенний период в глубоководной зоне Охотского и Берингова морей, по данным суточных станций

Fig. 5. The share of fresh food in the stomachs of pollock in the winter-spring period in the deep-water zone of the Sea of Okhotsk and the Bering Sea, according to data from daily stations

мика в Охотском море также отчётливо проявляется и по наполнению желудков: из рис. 6 явствует, что в течение суток эвфаузииды перевариваются почти полностью и что в дневное время большая часть минтая не опускается вслед за эвфаузидами глубже эпи-пелагиали, т. е. 200 м.

Обращает на себя внимание то, что в пище самого крупного минтая Охотского и Берингова морей присутствуют сеголетки и молодь самого минтая длиной до 10–15 см, что формально можно расценить как явление каннибализма. На самом деле это не совсем правильно. Так называемый «каннибализм» у минтая – важная приспособительная черта, которая расширяет спектр кормовой базы за счёт мелкого и среднего планктона, недостижимого для прямого потребления взрослыми особями. Как и подавляющее большинство тресковых, минтай обладает исключительно высокой плодовитостью, которая составляет от сотен тысяч до миллионов икринок, так что появление

многочисленного потомства в виде личинок, мальков и сеголеток обеспечивает не только поддержание общей численности минтая на высоком уровне, но также обеспечивает пищей многих других обитателей нектонного сообщества, включая и самого минтая. В локальных районах шельфовой зоны минтай может появляться в таком количестве, что обычно доминирующих в его пище эвфаузиид, крупных копепоид, гиперид и др. оказывается недостаточно. В то же время там могут находиться скопления личинок, мальков и сеголеток, основу пищи которых составляет зоопланктон мелкой и средней фракций, а также часть крупной фракции размером до 3–4 мм. Таким образом, этот зоопланктон, который как корм недоступен для взрослого минтая напрямую, утилизируется им через собственные ранние стадии.

В Охотском море, в котором эвфаузиид намного больше, чем в Беринговом, степень каннибализма обычно менее выражена, тем не менее, в шельфо-



Рис. 6. Суточная ритмика в питании минтая эвфаузиидой *Th. raschii* (‰), северная часть Охотского моря, весна

Fig. 6. Daily rhythm in pollock feeding on euphausiids *Th. raschii* (‰), northern Sea of Okhotsk, spring

вой зоне Западной Камчатки в пище крупного минтая длиной 40–60 см доля собственных сеголеток порой может составлять более 80%, а у сверхкрупного длиной 60–90 см достигать 65% [Волков и др., 2003]. В восточной части Берингова моря в 1981–1987 гг. доля сеголеток в пище минтая также была очень высока и составляла от 5 до 81% или от 256,5 до 2163,1 тыс. т [Шунтов и др., 1993]. Правда, не факт, что и в другие годы она была столь же высокой: эти годы характеризовались как тёплые с температурной аномалией от +0,6 до +1,45 градусов, а, как известно, в такие периоды там из планктонного сообщества исчезает крупный планктон и основу питания нектона, в том числе минтая, лососей и сельди, составляют ранние стадии минтая, сельди, мойвы, мелкие креветки, личинки крабов. В холодные годы планктонное сообщество приобретает характерные для этого периода черты с преобладанием групп и видов крупной фракции, которая и составляет основу в питании нектона [Волков, 2012 а, б; 2013; 2016 б].

График на рис. 7 наглядно показывает суточную ритмику питания в Охотском море взрослого минтая собственными сеголетками и молодь длиной до 20 см преимущественно в тёмное время суток, что, вероятно, связано с миграцией мелкоразмерных особей в верхние слои эпипелагиали для питания поднявшимся туда зоопланктоном.

В заключение обсуждения особенностей трофологии минтая следует отметить ещё одну, суть которой состоит в том, что в период нереста интенсивность питания минтая снижается до минимальной, соответственно, печень лишается запасов депонированного жира, что показывает гепатосоматический индекс. Затем наступает посленерестовый нагул, который характеризуется максимальной интенсивностью питания и тогда ИНЖ достигает 500–1000‰. По мере накопления жира, который у минтая депонируется исклю-

чительно в печени, интенсивность питания снижается, так что некоторое время питание проходит в поддерживающем режиме. Летом 1988 г. сотрудники ТИНРО [Швыдкий, Вдовин, 1991; Швыдкий, Вдовин, Горбатенко, 1994] выполнили серию чрезвычайно полезных биохимических анализов по содержанию жира в печени минтая, полученные результаты были рассортированы по статистическим районам. В итоге, связь жирности и интенсивности питания половозрелого минтая наглядно проявилась на двух графиках (рис. 8): левый график – районы северной шельфовой части вместе с Ионо-Кашеваровским, правый – все остальные, кроме самой южной части моря. В более холодных северных районах интенсивность питания минтая оказалась ниже, чем в более тёплых и глубоководных при одинаковом запасе жира, что соответствует представлениям о зависимости скорости прохождения биохимических процессов от температуры окружающей среды.

Таким образом, полученные данные показывают наличие обратной зависимости между интенсивностью питания половозрелого минтая и уровнем содержания жирности в его печени, из чего следует, что по мере накопления жира в посленерестовый период его потребность в пище снижается в разы. Соответственно, уменьшается суточный рацион, а следовательно, снижается и общий пресс на кормовую базу, поэтому при расчётах его обеспеченности пищей необходимо учитывать физиологическое состояние минтая. Определение жирности несложно выполнять в экспедиционных условиях при наличии специальной аппаратуры, а при её отсутствии – прямым взвешиванием печени и последующим расчётом гепатосоматического индекса, как это было сделано в 2002 г. в рейсе на НИС «ТИНРО» К.М. Горбатенко и А.Ю. Мерзляковым [Волков и др., 2003].

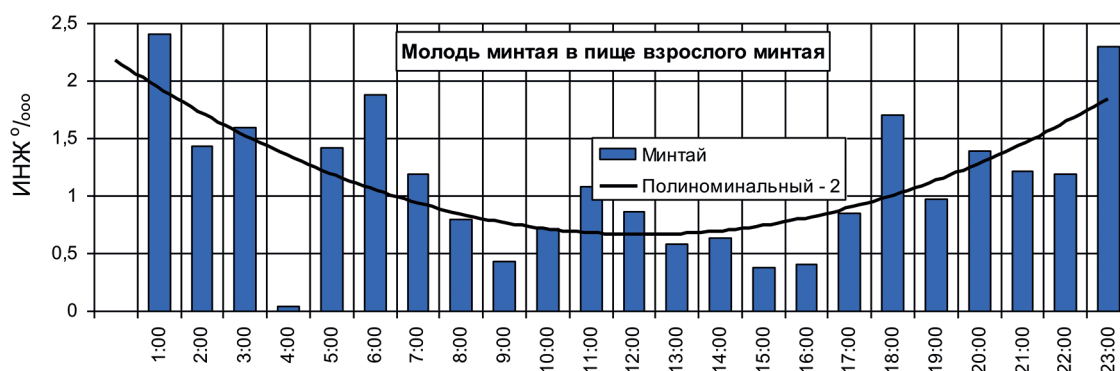


Рис. 7. Суточная ритмика потребления минтаем своих сеголеток и молоди в эпипелагиали Охотского моря

Fig. 7. Daily rhythm of pollock consumption of their fingerlings and juveniles in the epipelagic zone of the Sea of Okhotsk

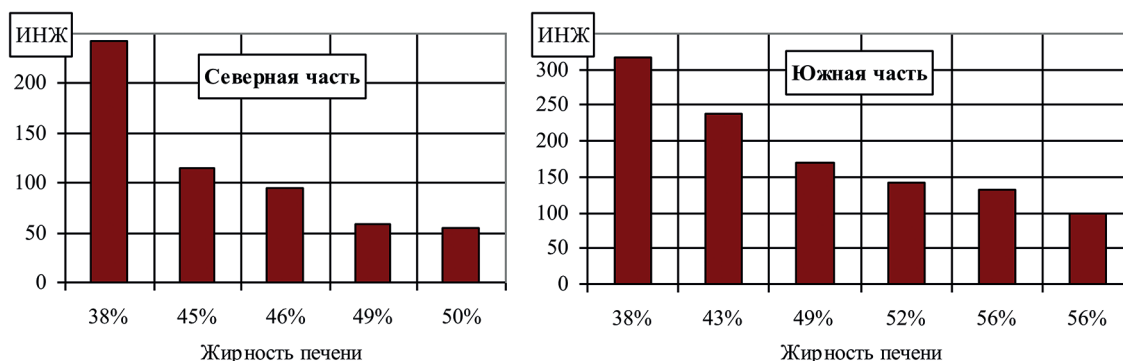


Рис. 8. Жирность печени и интенсивность питания половозрелого минтая, Охотское море, июнь-июль 1988 г. [Волков и др., 1990], районы «Основные» на рис. 1

Fig. 8. Liver fat content and nutrition intensity of sexually mature walleye pollock, Sea of Okhotsk, June-July 1988 [Volkov et al., 1990], «Basic» areas in fig. 1

Из этого следует, что прежде, чем делать выводы о том, что причиной ранней обратной миграции минтая из западной части Берингова моря является дефицит пищи [Степаненко, Грицай, 2016], сперва нужно оценить его физиологическое состояние: достаточное количество жира в печени как раз и может послужить сигналом для начала такой миграции. Следовательно, пора, наконец, включать экспресс-методы по определению жирности минтая непосредственно в учётных съёмках, тогда и выводы окажутся более взвешенными. Сам же объект исследования по части избирательности в пище в принципе является универсальным, который способен при необходимости расширять спектр пищи за счёт очень многих видов, поэтому это не та нежная рыба, которая начнёт умирать от голода при малейшем дефиците пищи.

### Зоопланктон как кормовая база минтая

**Охотское море.** Качественные и количественные данные по биомассе и запасу зоопланктона рассматриваются, прежде всего, с точки зрения их оценки как кормовой базы минтая, поэтому основной упор сделан на виды, доминирующие в пище разноразмерного минтая. Для личинок, мальков и сеголеток длиной от 5 до 10 см это зоопланктон мелкой и средней фракций, для молодых особей от 10 до 20 см — зоопланктон средней и частично крупной фракций, для всех прочих размерных классов — группы и виды крупной фракции.

Среднемноголетний запас фракций и групп крупной фракции рассчитан для биостатистических районов (см. рис. 1) и приведён в табл. 4. В группу «Прочие» вошли Decapoda, Cumacea, Polychaeta, Coelenterata и Tunicata, которые в пище охотоморского минтая составили незначительную долю. Как показывает количество станций по сезонам (табл. 5) «Се-

верная часть» отражает преимущественно весеннее состояние сообщества, а «Южная» — летне-осеннее. Эти данные являются в определённой степени вероятностными, в конкретные годы, периоды лет или сезоны они будут другими и отличаться в большую или меньшую сторону, но для того и существуют в практике прикладных исследований средние показатели, по которым делается вывод о тенденции в развитии сообщества в целом и его отдельных составляющих. Для корректного сравнения обеих акваторий запас рассчитан на площадь в 1 тыс. км<sup>2</sup>, полученные результаты показывают близкие результаты, за исключением фитопланктона, цветение которого в Южной части протекает раньше, чем в Северной и обычно менее интенсивно, и гипериид, общий запас которых в южной части оказался намного большим, чем в северной (3291 и 2508 тыс. т), даже несмотря на меньшую площадь (586 и 937 тыс. км<sup>2</sup>).

При исследованиях планктонных сообществ с точки зрения оценки их как кормовой базы массовых промысловых объектов, особенно таких как минтай, особое внимание требуется уделить происходящим в них количественной и качественным сезонным изменениям. Прежде всего это относится к морям с резко выраженной сезонной динамикой факторов среды. Приведённые ниже однотипные таблицы (табл. 5–7) содержат сведения по суммарным сезонным запасам доминирующих групп. В этих таблицах данные представлены также отдельно для северной и южной частей моря. В северной части моря ежегодные весенние съёмки выполнены в период нереста минтая, поэтому на этот период приходится наибольшее количество станций. Предполагается, что вместе с данными по питанию минтая в конкретные годы эти таблицы помогут определить состояние кормовой базы минтая разных размерных классов.

**Таблица 4.** Среднемноголетний запас фракций и групп крупной фракции зоопланктона в биостатистических районах Охотского моря, тыс. т

**Table 4.** Average long-term stock of fractions and groups of the large fraction of zooplankton in biostatistical areas of the Sea of Okhotsk, thousand tons

| Район                                         | Тыс. км <sup>2</sup> | Фито         | МФ           | СФ           | КФ           | Copepoda     | Euphausiacea | Mysidacea  | Amphipoda   | Pteropoda  | Chaetognatha | Прочие      | Количество станций |
|-----------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------------|
| <b>Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК)</b> |                      |              |              |              |              |              |              |            |             |            |              |             |                    |
| 1                                             | 83                   | 885          | 1347         | 1158         | 10357        | 2018         | 3107         | 61         | 495         | 28         | 4602         | 44          | 477                |
| 2                                             | 40                   | 523          | 445          | 300          | 5078         | 834          | 852          | 31         | 181         | 11         | 3134         | 36          | 684                |
| 3                                             | 29                   | 364          | 200          | 313          | 2795         | 1387         | 797          | 10         | 52          | 8          | 532          | 9           | 493                |
| 4                                             | 36                   | 834          | 309          | 326          | 2498         | 1032         | 1109         | 5          | 36          | 11         | 295          | 10          | 360                |
| 5                                             | 44                   | 1364         | 365          | 388          | 3380         | 1071         | 1598         | 7          | 52          | 15         | 617          | 19          | 467                |
| 6                                             | 40                   | 2367         | 403          | 409          | 3046         | 726          | 1775         | 4          | 46          | 14         | 471          | 9           | 295                |
| 7                                             | 48                   | 4414         | 529          | 606          | 4592         | 1013         | 2563         | 17         | 98          | 16         | 866          | 20          | 398                |
| 8                                             | 72                   | 15658        | 980          | 1319         | 5378         | 1802         | 1898         | 2          | 153         | 29         | 1478         | 17          | 169                |
| 9                                             | 40                   | 3000         | 320          | 371          | 2516         | 1351         | 700          | 1          | 95          | 5          | 353          | 11          | 353                |
| 10                                            | 33                   | 2100         | 224          | 294          | 2260         | 989          | 859          | 2          | 58          | 8          | 336          | 7           | 316                |
| 11                                            | 45                   | 5170         | 384          | 369          | 3305         | 2252         | 375          | 12         | 116         | 3          | 535          | 11          | 256                |
| 12                                            | 43                   | 4352         | 243          | 243          | 4399         | 3153         | 354          | 39         | 118         | 6          | 711          | 18          | 271                |
| 13                                            | 65                   | 1874         | 367          | 862          | 6947         | 4833         | 874          | 34         | 151         | 10         | 1026         | 19          | 562                |
| 14                                            | 34                   | 1538         | 180          | 240          | 3244         | 2210         | 389          | 13         | 70          | 4          | 547          | 12          | 501                |
| 15                                            | 32                   | 679          | 414          | 320          | 4901         | 1023         | 1057         | 61         | 37          | 17         | 2626         | 80          | 668                |
| 16                                            | 22                   | 647          | 207          | 156          | 3101         | 884          | 562          | 37         | 23          | 5          | 1267         | 323         | 569                |
| 17                                            | 21                   | 671          | 202          | 152          | 2755         | 628          | 719          | 79         | 26          | 7          | 1135         | 161         | 637                |
| 18                                            | 24                   | 482          | 262          | 292          | 4567         | 1207         | 911          | 54         | 52          | 4          | 1959         | 378         | 612                |
| 19                                            | 89                   | 12043        | 1175         | 1014         | 8431         | 2577         | 2926         | 12         | 153         | 69         | 2666         | 28          | 622                |
| 20                                            | 42                   | 813          | 478          | 578          | 5363         | 2136         | 1917         | 10         | 207         | 22         | 1055         | 15          | 372                |
| 27                                            | 56                   | 275          | 994          | 800          | 3893         | 949          | 1706         | 5          | 287         | 46         | 891          | 11          | 141                |
| <b>Сум.</b>                                   | <b>937</b>           | <b>60055</b> | <b>10027</b> | <b>10506</b> | <b>92805</b> | <b>34074</b> | <b>27050</b> | <b>496</b> | <b>2508</b> | <b>337</b> | <b>27102</b> | <b>1238</b> | <b>9223</b>        |
| <b>Южная часть (район ЦЮ)</b>                 |                      |              |              |              |              |              |              |            |             |            |              |             |                    |
| 21                                            | 60                   | 2105         | 662          | 364          | 6173         | 4053         | 547          | 17         | 184         | 6          | 1329         | 39          | 91                 |
| 22                                            | 41                   | 602          | 259          | 245          | 3951         | 2266         | 507          | 13         | 122         | 3          | 1023         | 16          | 208                |
| 23                                            | 77                   | 1088         | 902          | 822          | 7208         | 3535         | 1429         | 26         | 441         | 23         | 1714         | 40          | 181                |
| 24                                            | 69                   | 610          | 612          | 760          | 7387         | 3335         | 1330         | 19         | 303         | 13         | 2348         | 39          | 346                |
| 25                                            | 69                   | 527          | 886          | 890          | 6394         | 2904         | 1382         | 39         | 429         | 68         | 1543         | 29          | 287                |
| 26                                            | 36                   | 668          | 357          | 324          | 3371         | 1476         | 854          | 8          | 258         | 5          | 752          | 19          | 115                |
| 28                                            | 90                   | 489          | 1465         | 1122         | 9755         | 2905         | 3804         | 63         | 705         | 118        | 2130         | 31          | 495                |
| 29                                            | 43                   | 1031         | 432          | 372          | 4073         | 1851         | 855          | 38         | 255         | 43         | 1008         | 22          | 215                |
| 30                                            | 31                   | 557          | 439          | 424          | 3533         | 1497         | 520          | 4          | 211         | 5          | 1280         | 16          | 123                |
| 31                                            | 16                   | 763          | 200          | 197          | 1868         | 995          | 315          | 2          | 87          | 19         | 444          | 5           | 174                |
| 32                                            | 29                   | 998          | 332          | 217          | 2362         | 1038         | 499          | 4          | 153         | 40         | 612          | 17          | 164                |
| 33                                            | 24                   | 135          | 257          | 251          | 2206         | 875          | 733          | 7          | 144         | 39         | 398          | 9           | 312                |
| <b>Сум.</b>                                   | <b>586</b>           | <b>9574</b>  | <b>6802</b>  | <b>5988</b>  | <b>58280</b> | <b>26731</b> | <b>12777</b> | <b>238</b> | <b>3291</b> | <b>383</b> | <b>14580</b> | <b>280</b>  | <b>2711</b>        |
| <b>Тыс. т / 1 тыс. км<sup>2</sup></b>         |                      |              |              |              |              |              |              |            |             |            |              |             |                    |
| Сев.                                          | 1                    | 64,1         | 10,7         | 11,2         | 99,0         | 36,4         | 28,9         | 0,5        | 2,7         | 0,4        | 28,9         | 1,3         | 9,8                |
| Юж.                                           | 1                    | 16,3         | 11,6         | 10,2         | 99,5         | 45,6         | 21,8         | 0,4        | 5,6         | 0,7        | 24,9         | 0,5         | 4,6                |

**Таблица 5.** Среднемноголетний сезонный запас фракций и групп крупной фракции зоопланктона в биостатистических районах, суммированный для северной и южной частей Охотского моря (тыс. т) с пересчётом на 1 тыс. км<sup>2</sup>

**Table 5.** Average long-term seasonal stock of fractions and groups of the large fraction of zooplankton in biostatistical areas summarized for the northern and southern parts of the Sea of Okhotsk (thousand tons), recalculated per 1,000 km<sup>2</sup>

| Сезон                                  | Тыс. км² | Фито  | МФ    | СФ    | КФ     | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Pteropoda | Chaetognatha | Прочие | Количество станций |
|----------------------------------------|----------|-------|-------|-------|--------|----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------|--------------------|
| Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК) |          |       |       |       |        |          |              |           |           |           |              |        |                    |
| з                                      | 937      | 2249  | 20122 | 5013  | 87669  | 16259    | 29038        | 453       | 4073      | 485       | 37141        | 221    | 663                |
| в                                      |          | 58571 | 3808  | 4391  | 93415  | 35856    | 28381        | 559       | 1090      | 155       | 26998        | 377    | 5373               |
| л                                      |          | 92482 | 17714 | 18931 | 99260  | 44875    | 20295        | 491       | 3599      | 478       | 26032        | 3491   | 1791               |
| о                                      |          | 4988  | 20484 | 24512 | 81257  | 21910    | 27648        | 194       | 5037      | 621       | 25591        | 255    | 1396               |
| з                                      | 1        | 2,4   | 21,5  | 5,4   | 94     | 17,4     | 31,0         | 0,5       | 4,3       | 0,5       | 39,6         | 0      | 0,7                |
| в                                      |          | 62,5  | 4,1   | 4,7   | 100    | 38,3     | 30,3         | 0,6       | 1,2       | 0,2       | 28,8         | 0      | 5,7                |
| л                                      |          | 98,7  | 18,9  | 20,2  | 106    | 47,9     | 21,7         | 0,5       | 3,8       | 0,5       | 27,8         | 4      | 1,9                |
| о                                      |          | 5,3   | 21,9  | 26,2  | 87     | 23,4     | 29,5         | 0,2       | 5,4       | 0,7       | 27,3         | 0      | 1,5                |
| Южная часть (район ЦЮ)                 |          |       |       |       |        |          |              |           |           |           |              |        |                    |
| з                                      | 586      | 4499  | 2326  | 3541  | 51651  | 16803    | 14291        | 133       | 4009      | 2664      | 13573        | 177    | 400                |
| в                                      |          | 22483 | 4527  | 3056  | 53410  | 25370    | 14685        | 215       | 966       | 89        | 11761        | 324    | 346                |
| л                                      |          | 15911 | 9901  | 6821  | 103410 | 54485    | 20291        | 264       | 4000      | 245       | 23826        | 299    | 836                |
| о                                      |          | 460   | 7811  | 7425  | 39419  | 13358    | 8303         | 196       | 3751      | 82        | 13417        | 312    | 1129               |
| з                                      | 1        | 7,7   | 4,0   | 6,0   | 88     | 28,7     | 24,4         | 0,2       | 6,8       | 4,5       | 23,2         | 0      | 0,7                |
| в                                      |          | 38,4  | 7,7   | 5,2   | 91     | 43,3     | 25,1         | 0,4       | 1,6       | 0,2       | 20,1         | 1      | 0,6                |
| л                                      |          | 27,2  | 16,9  | 11,6  | 176    | 93,0     | 34,6         | 0,5       | 6,8       | 0,4       | 40,7         | 1      | 1,4                |
| о                                      |          | 0,8   | 13,3  | 12,7  | 67     | 22,8     | 14,2         | 0,3       | 6,4       | 0,1       | 22,9         | 1      | 1,9                |

**Таблица 6.** Среднемноголетний сезонный запас массовых видов мелкой и средней фракций зоопланктона в биостатистических районах, суммированный для северной и южной частей Охотского моря (тыс. т) с пересчётом на 1 тыс. км<sup>2</sup>

**Table 6.** Average long-term seasonal stock of mass species of small and medium fractions of zooplankton in biostatistical areas, summarized for the northern and southern parts of the Sea of Okhotsk (thousand tons), recalculated per 1,000 km<sup>2</sup>

| Сезон                                  | Тыс. км <sup>2</sup> | Neocalanus cop. | P. minutus | M. okhotensis | M. pacifica | Metridia cop. | Acartia longiremis | O. similis | Copepoda ova | Copepoda nauplius | Euphausiacea ova | Euphausiacea nauplius | Euphausiacea calyptopis | Euphausiacea furcilia | Bivalvia veliger |
|----------------------------------------|----------------------|-----------------|------------|---------------|-------------|---------------|--------------------|------------|--------------|-------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК) |                      |                 |            |               |             |               |                    |            |              |                   |                  |                       |                         |                       |                  |
| з                                      | 937                  | 293             | 10941      | 2543          | 1037        | 6023          | 169                | 4360       | 18           | 16                | 5                | 1                     | 2                       | 41                    | 3                |
| в                                      |                      | 297             | 2514       | 1847          | 135         | 1094          | 30                 | 1153       | 220          | 234               | 122              | 36                    | 0                       | 1                     | 1                |
| л                                      |                      | 1045            | 11279      | 4979          | 582         | 6023          | 1436               | 5505       | 24           | 854               | 158              | 112                   | 245                     | 507                   | 276              |
| о                                      |                      | 1808            | 14463      | 6791          | 2963        | 10142         | 770                | 4695       | 4            | 291               | 1                | 28                    | 35                      | 44                    | 134              |
| з                                      | 1                    | 0,3             | 11,7       | 2,7           | 1,1         | 6,4           | 0,2                | 4,7        | 0,0          | 0,0               | 0,0              | 0,0                   | 0,0                     | 0,0                   | 0,0              |
| в                                      |                      | 0,3             | 2,7        | 2,0           | 0,1         | 1,2           | 0,0                | 1,2        | 0,2          | 0,2               | 0,1              | 0,0                   | 0,0                     | 0,0                   | 0,0              |
| л                                      |                      | 1,1             | 12,0       | 5,3           | 0,6         | 6,4           | 1,5                | 5,9        | 0,0          | 0,9               | 0,2              | 0,1                   | 0,3                     | 0,5                   | 0,3              |
| о                                      |                      | 1,9             | 15,4       | 7,3           | 3,2         | 10,8          | 0,8                | 5,0        | 0,0          | 0,3               | 0,0              | 0,0                   | 0,0                     | 0,0                   | 0,1              |

Окончание табл. 6

| Сезон                         | Тыс. км <sup>2</sup> | <i>Neocalanus</i><br>cop. | <i>P. minutus</i> | <i>M. okhotsensis</i> | <i>M. pacifica</i> | <i>Metridia</i> cop. | <i>Acartia</i><br><i>longiremis</i> | <i>O. similis</i> | <i>Copepoda</i><br>ova | <i>Copepoda</i><br>nauplius | <i>Euphausiacea</i><br>ova | <i>Euphausiacea</i><br>nauplius | <i>Euphausiacea</i><br>calyptopis | <i>Euphausiacea</i><br>furcilia | <i>Bivalvia</i><br>veliger |
|-------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| <b>Южная часть (район ЦЮ)</b> |                      |                           |                   |                       |                    |                      |                                     |                   |                        |                             |                            |                                 |                                   |                                 |                            |
| з                             | 586                  | 584                       | 1489              | 635                   | 1449               | 289                  | 6                                   | 1218              | 2                      | 77                          | 0                          | 0                               | 0                                 | 0                               | 0                          |
| в                             |                      | 268                       | 2171              | 349                   | 262                | 337                  | 242                                 | 2906              | 72                     | 403                         | 29                         | 5                               | 28                                | 0                               | 10                         |
| л                             |                      | 1349                      | 4278              | 1656                  | 875                | 902                  | 232                                 | 6432              | 7                      | 455                         | 10                         | 11                              | 56                                | 172                             | 7                          |
| о                             |                      | 986                       | 4147              | 1669                  | 1652               | 2039                 | 209                                 | 3154              | 17                     | 116                         | 0                          | 17                              | 2                                 | 34                              | 39                         |
| з                             | 1                    | 1,0                       | 2,5               | 1,1                   | 2,5                | 0,5                  | 0,0                                 | 2,1               | 0,0                    | 0,1                         | 0,0                        | 0,0                             | 0,0                               | 0,0                             | 0,0                        |
| в                             |                      | 0,5                       | 3,7               | 0,6                   | 0,4                | 0,6                  | 0,4                                 | 5,0               | 0,1                    | 0,7                         | 0,1                        | 0,0                             | 0,0                               | 0,0                             | 0,0                        |
| л                             |                      | 2,3                       | 7,3               | 2,8                   | 1,5                | 1,5                  | 0,4                                 | 11,0              | 0,0                    | 0,8                         | 0,0                        | 0,0                             | 0,1                               | 0,3                             | 0,0                        |
| о                             |                      | 1,7                       | 7,1               | 2,8                   | 2,8                | 3,5                  | 0,4                                 | 5,4               | 0,0                    | 0,2                         | 0,0                        | 0,0                             | 0,0                               | 0,1                             | 0,1                        |

**Таблица 7.** Среднемноголетний сезонный запас массовых видов крупной фракции зоопланктона в биостатистических районах, суммированный для северной и южной частей Охотского моря (тыс. т) с пересчётом на 1 тыс. км<sup>2</sup>

**Table 7.** Average long-term seasonal stock of mass species of the large fraction of zooplankton in biostatistical areas, summarized for the northern and southern parts of the Sea of Okhotsk (thousand tons), recalculated per 1,000 km<sup>2</sup>

| Сезон                                  | Тыс. км² | <i>C. glacialis</i> | <i>N. plumchrus</i> | <i>N. cristatus</i> | <i>Eucalanus bungii</i> | <i>M. okhotsensis</i> | <i>M. pacifica</i> | <i>Th. raschii</i> | <i>Th. inermis</i> | <i>Th. longipes</i> | <i>E. pacifica</i> | <i>T. pacifica</i> | <i>T. libellula</i> | <i>Sagitta elegans</i> |
|----------------------------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК) |          |                     |                     |                     |                         |                       |                    |                    |                    |                     |                    |                    |                     |                        |
| з                                      | 937      | 4576                | 5633                | 310                 | 270                     | 4504                  | 133                | 25629              | 218                | 2844                | 7                  | 2408               | 1448                | 37141                  |
| в                                      |          | 2135                | 8194                | 1086                | 1748                    | 22014                 | 418                | 23884              | 207                | 4245                | 44                 | 423                | 614                 | 26979                  |
| л                                      |          | 9945                | 21516               | 2166                | 1588                    | 8904                  | 215                | 15072              | 286                | 4175                | 227                | 2257               | 1262                | 26022                  |
| о                                      |          | 7392                | 7866                | 688                 | 593                     | 4029                  | 290                | 23543              | 242                | 2897                | 224                | 2675               | 2089                | 25183                  |
| з                                      | 1        | 4,9                 | 6,0                 | 0,3                 | 0,3                     | 4,8                   | 0,1                | 27,4               | 0,2                | 3,0                 | 0,0                | 2,6                | 1,5                 | 39,7                   |
| в                                      |          | 2,3                 | 8,7                 | 1,2                 | 1,9                     | 23,5                  | 0,4                | 25,5               | 0,2                | 4,5                 | 0,0                | 0,5                | 0,7                 | 28,8                   |
| л                                      |          | 10,6                | 23,0                | 2,3                 | 1,7                     | 9,5                   | 0,2                | 16,1               | 0,3                | 4,5                 | 0,2                | 2,4                | 1,3                 | 27,8                   |
| о                                      |          | 7,9                 | 8,4                 | 0,7                 | 0,6                     | 4,3                   | 0,3                | 25,1               | 0,3                | 3,1                 | 0,2                | 2,9                | 2,2                 | 26,9                   |
| Южная часть (район ЦЮ)                 |          |                     |                     |                     |                         |                       |                    |                    |                    |                     |                    |                    |                     |                        |
| з                                      | 586      | 97                  | 2635                | 1249                | 121                     | 10503                 | 1301               | 1903               | 660                | 8237                | 3415               | 3665               | 19                  | 13573                  |
| в                                      |          | 1376                | 4145                | 2757                | 2551                    | 13784                 | 467                | 9625               | 140                | 4410                | 510                | 845                | 83                  | 11736                  |
| л                                      |          | 225                 | 39179               | 7351                | 1925                    | 3871                  | 704                | 3265               | 405                | 12645               | 3172               | 3692               | 34                  | 23766                  |
| о                                      |          | 323                 | 6993                | 1327                | 618                     | 2118                  | 693                | 2114               | 639                | 4431                | 834                | 3109               | 5                   | 12609                  |
| з                                      | 1        | 0,2                 | 4,5                 | 2,1                 | 0,2                     | 17,9                  | 2,2                | 3,3                | 1,1                | 14,1                | 5,8                | 6,3                | 0,0                 | 23,2                   |
| в                                      |          | 2,4                 | 7,1                 | 4,7                 | 4,4                     | 23,5                  | 0,8                | 16,4               | 0,2                | 7,5                 | 0,9                | 1,4                | 0,1                 | 20,0                   |
| л                                      |          | 0,4                 | 66,9                | 12,6                | 3,3                     | 6,6                   | 1,2                | 5,6                | 0,7                | 21,6                | 5,4                | 6,3                | 0,1                 | 40,6                   |
| о                                      |          | 0,6                 | 11,9                | 2,3                 | 1,1                     | 3,6                   | 1,2                | 3,6                | 1,1                | 7,6                 | 1,4                | 5,3                | 0,0                 | 21,5                   |

Как показано на рис. 9, уровень ледовитости Охотского моря от года к году изменяется в широком диапазоне — 41–96% и это не может не отразиться на количественных показателях таких короткоциклового животных, как планктон. По-видимому, результатом потепления в 1996–1997 гг. стало снижение биомассы

многих доминирующих видов до минимальных значений, проявившееся весной 1998 г., когда были начаты минтайные съёмки с выполнением полного комплекса исследований, включая планктонные и трофологические с обработкой материалов немедленно после их сбора. В 1996 и 1997 гг. ледовое покрытие было ми-



Рис. 9. Максимальная ледовитость Охотского моря к северу от 50° с. ш. (последняя декада февраля – первая декада марта), красная линия – тренд полиномиальный 4

Fig. 9. Maximum ice coverage of the Sea of Okhotsk north of 50° N (the last ten days of February-the first ten days of March), the red line is a polynomial trend 4

нимальным за все последующие годы, составляя 44 и 41%, зато в 1998–2000 гг. достигло максимальных величин – 77, 83, 96%. После 2008 г. также от года к году неоднократно происходили резкие изменения величины ледового покрытия моря (годы 2009, 2013, 2015, 2017–2017), но после резкого уменьшения площади льда следовало столь же резкое увеличение. Такие довольно частые колебания могут в определённой степени приводить к серьёзным флуктуациям условий обитания и кратковременному разбалансированию планктонных сообществ.

Динамика биомассы КФ и её основных групп в общих чертах совпадает с динамикой термических составляющих моря [Волков, 2018]. При этом «высокопродуктивный» период в планктоне выпал на серию холодных лет, а «среднепродуктивный» – нормальных и тёплых. В качестве объяснения такого рода флуктуаций можно предположить, что при потеплении самые ранние личиночные стадии планктонных животных появляются тогда, когда пики цветения фитопланктона и служащих им основной пищей и развивающихся на его базе гетеротрофов уже прошли. Такая разбалансировка во времени может являться одним из факторов, влияющих на обилие зоопланктона. По-видимому, основная часть зоопланктона северной части Охотского моря, которая состоит из холодноводных видов субарктического и арктического комплексов, негативно реагирует на потепление именно таким образом.

Другим существенным фактором может быть пресс со стороны нектонных и других планктонофа-

гов, который усиливает влияние негативных климатических флуктуаций, вследствие чего понижается и обилие планктона. Это наглядно показала ситуация с обеспечением пищи минтая в 2000–2013 гг. Тем не менее, даже снижение биомассы доминирующих видов зоопланктона с одновременным увеличением численности массовых видов – планктонофагов не приводит к заметной трофической напряжённости [Волков, 2015а; 2016а].

Графики на рис. 10 и 11 показывают, что в начале исследуемого периода запас КФ после резкого спада быстро достиг «исторического максимума», на котором продержался 7 лет, после чего перешёл на более низкий уровень, на котором продолжает оставаться до настоящего времени. Это снижение произошло за счёт эвфаузии, копепоид и гиперии, составляющих в Охотском море, по сути, всю кормовую базу минтая. Можно было бы считать это следствием пресса со стороны того же минтая, как главного потребителя планктона в эпипелагиали, но такой же тренд показывает и динамика щетинкочелюстных, которые в питании минтая и других видов нектона имеют ограниченное значение. Кажется, что наблюдаемый процесс постепенного снижения продуктивности зоопланктона вызывается причинами скорее климатическими, чем биологическими. Данные по запасу зоопланктона весной 2022 г. выглядят обнадеживающе: возможно в ближайшие годы ситуация 1999–2005 гг. может повториться и планктонное сообщество Охотского моря снова перейдёт на высокопродуктивный уровень.

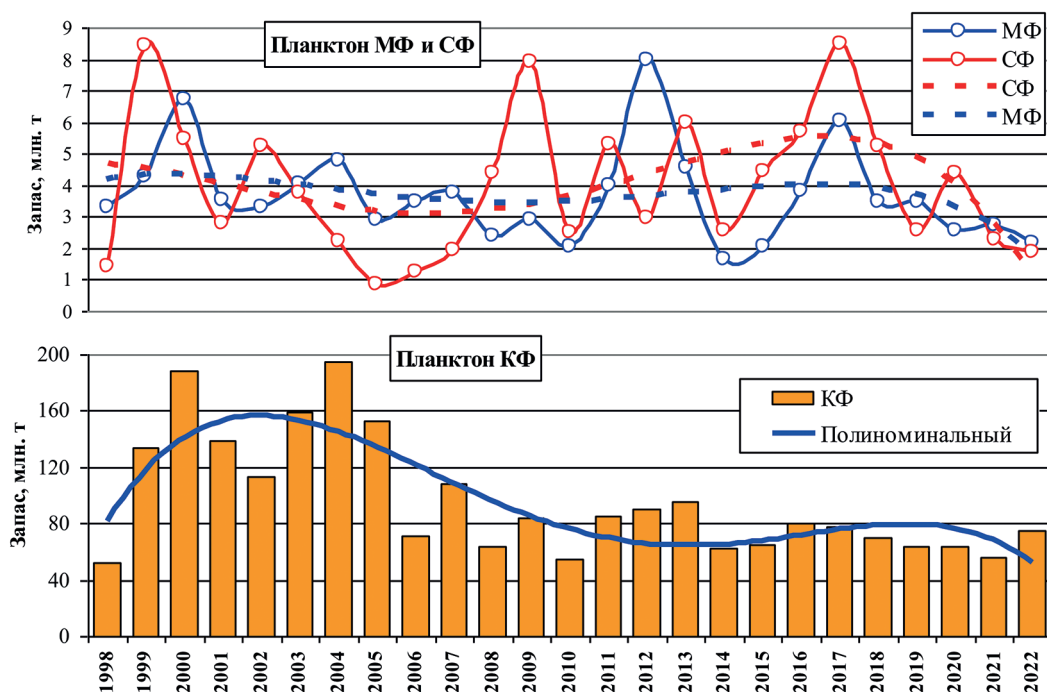


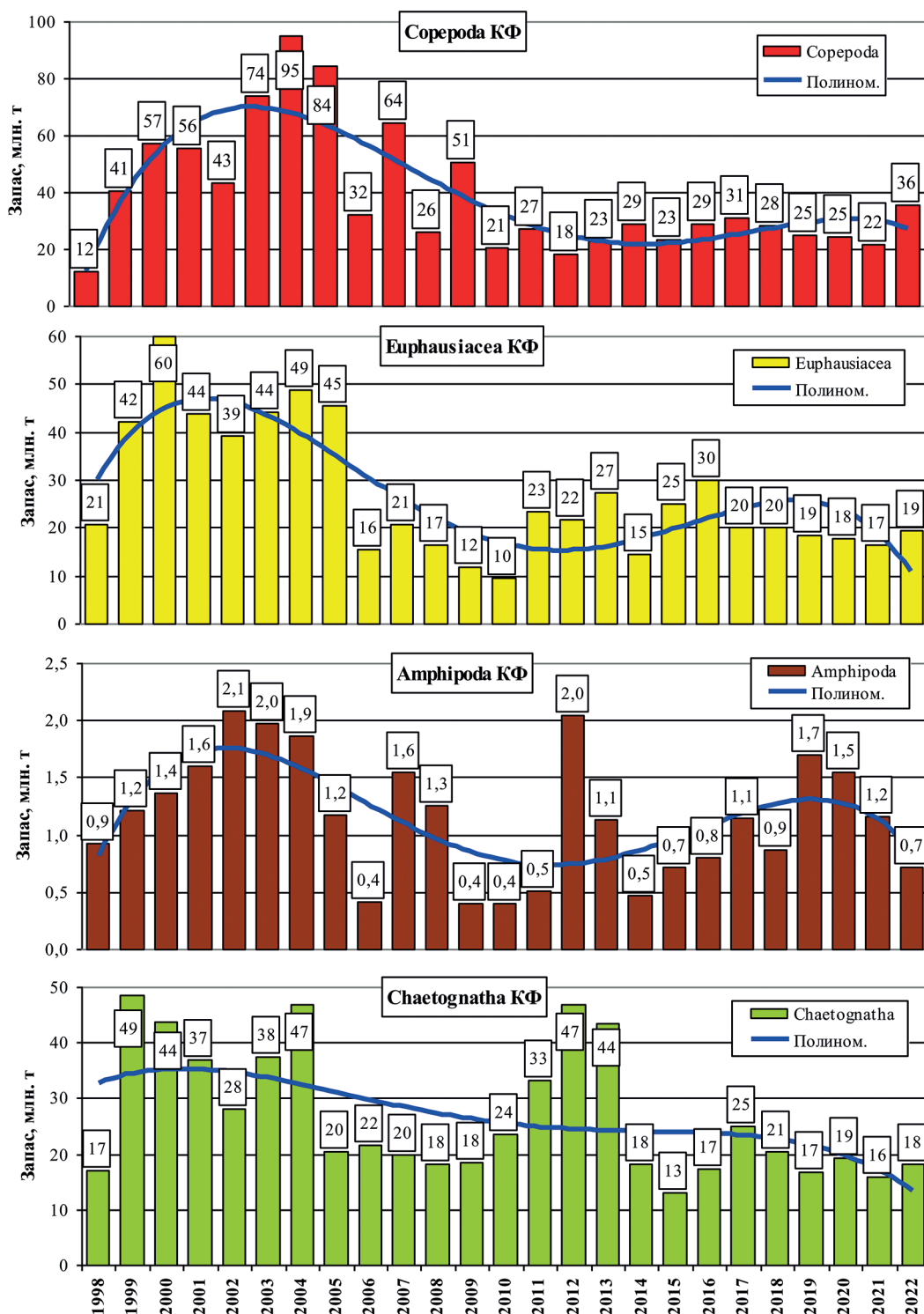
Рис. 10. Межгодовой ход запаса зоопланктона северной части Охотского моря в весенний период  
Fig. 10. Interannual variation of the stock of zooplankton in the northern part of the Sea of Okhotsk in the spring

Данные, осреднённые по 5-летним периодам, дают возможность нивелировать влияние коротко-периодных флуктуаций, поэтому общий тренд в раз-

витии сообществ проявляется более определённо. Табл. 8–10 наглядно показывают на постепенное уменьшение биомассы практически всех главных

Таблица 8. Биомасса фракций и групп крупной фракции северной и южной частей Охотского моря в весенний период,  $\text{mg}/\text{m}^3$   
Table 8. Biomass of fractions and groups of large fractions in the northern and southern parts of the Sea of Okhotsk in spring,  $\text{mg}/\text{m}^3$

| Годы                                   | Фито | МФ | СФ | КФ   | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Chaetognatha | Coelenterata | Прочие | Количество станций |
|----------------------------------------|------|----|----|------|----------|--------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|--------------------|
| Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК) |      |    |    |      |          |              |           |           |              |              |        |                    |
| 1991–1995                              | 160  | 74 | 88 | 676  | 204      | 208          | 2         | 42        | 215          | 1            | 4      | 705                |
| 1996–2000                              | 301  | 89 | 73 | 1067 | 248      | 278          | 7         | 17        | 505          | 8            | 4      | 1656               |
| 2001–2005                              | 583  | 88 | 91 | 972  | 320      | 261          | 11        | 17        | 303          | 52           | 6      | 1862               |
| 2006–2010                              | 159  | 56 | 58 | 652  | 250      | 136          | 4         | 10        | 222          | 28           | 2      | 1825               |
| 2011–2015                              | 232  | 45 | 43 | 615  | 157      | 171          | 3         | 11        | 264          | 3            | 1      | 1723               |
| 2015–2020                              | 203  | 37 | 40 | 564  | 189      | 148          | 8         | 10        | 203          | 4            | 2      | 1065               |
| 2021                                   | 161  | 31 | 16 | 417  | 167      | 112          | 12        | 3         | 122          | 0            | 1      | 187                |
| Южная часть (район ЦЮ)                 |      |    |    |      |          |              |           |           |              |              |        |                    |
| 1991–1995                              | 252  | 71 | 54 | 741  | 253      | 269          | 1         | 52        | 150          | 3            | 12     | 937                |
| 1996–2000                              | 36   | 89 | 52 | 650  | 302      | 145          | 2         | 27        | 168          | 1            | 4      | 395                |
| 2001–2005                              | 35   | 88 | 71 | 541  | 247      | 151          | 3         | 22        | 115          | 1            | 2      | 420                |
| 2006–2010                              | 76   | 59 | 66 | 387  | 195      | 69           | 1         | 27        | 91           | 3            | 1      | 667                |
| 2011–2015                              | 133  | 63 | 51 | 349  | 156      | 70           | 1         | 25        | 93           | 3            | 2      | 802                |
| 2015–2020                              | 34   | 63 | 40 | 367  | 179      | 34           | 2         | 31        | 119          | 1            | 1      | 357                |
| 2021                                   | 41   | 55 | 55 | 204  | 111      | 28           | 0         | 21        | 43           | 0            | 1      | 86                 |



**Рис. 11.** Межгодовой ход запаса доминирующих групп зоопланктона КФ северной части Охотского моря в весенний период  
**Fig. 11.** Interannual course of the stock of the dominant groups of zooplankton in the CF of the northern part of the Sea of Okhotsk in the spring

составляющих планктонного сообщества Охотского моря в весенний период, включая 2021–2022 гг. Следует обратить внимание на ледовитость, которая в 2022 г. снизилась до 51%, т. е. до уровня 1996–1997 гг. Вопрос: если это начало очередного потепле-

ния, то что может произойти в планктонном сообществе Охотского моря и кормовой базе нектона вообще и минтая в частности?

Исходя из оценок запаса кормовой базы минтая в северной части Охотского моря, казалась бы, что по-

**Таблица 9.** Запас фракций и групп КФ северной части Охотского моря в весенний период, млн т  
**Table 9.** Stock of fractions and groups of LF in the northern part of the Sea of Okhotsk in the spring, mln t

| Период, годы | Фито  | МСКФ  | МФ  | СФ  | КФ    | Группы КФ |              |           |           |           |              |              |
|--------------|-------|-------|-----|-----|-------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|
|              |       |       |     |     |       | Copepoda  | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Pteropoda | Chaetognatha | Coelenterata |
| Запас, млн т |       |       |     |     |       |           |              |           |           |           |              |              |
| 1997–2000    | 72,8  | 129,0 | 5,8 | 6,3 | 116,9 | 33,8      | 44,3         | 0,94      | 1,2       | 0,13      | 36,3         | 0,18         |
| 2001–2005    | 109,8 | 160,4 | 3,7 | 3,0 | 153,7 | 72,2      | 44,3         | 0,88      | 1,7       | 0,32      | 34,0         | 0,16         |
| 2006–2010    | 26,5  | 82,8  | 2,9 | 3,6 | 76,3  | 38,9      | 14,8         | 0,49      | 0,8       | 0,31      | 20,4         | 0,58         |
| 2011–2015    | 39,1  | 89,8  | 5,8 | 4,3 | 79,7  | 24,1      | 22,4         | 0,38      | 1,0       | 0,12      | 31,0         | 0,37         |
| 2016–2020    | 42,0  | 81,1  | 3,9 | 5,9 | 71,3  | 27,5      | 21,4         | 0,56      | 1,2       | 0,13      | 19,9         | 0,55         |
| 2021         | 29,4  | 61,5  | 2,7 | 2,3 | 56,5  | 21,9      | 16,5         | 0,82      | 1,2       | 0,08      | 16,0         | 0,02         |
| 2022         | 5,3   | 78,9  | 2,2 | 1,9 | 74,8  | 35,8      | 19,5         | 0,42      | 0,7       | 0,18      | 18,1         | 0,37         |
| % от МСКФ    |       |       |     |     |       | % от КФ   |              |           |           |           |              |              |
| 1997–2000    | 100   | 100   | 4   | 5   | 91    | 29        | 38           | 1         | 1         | 0         | 31           | 0            |
| 2001–2005    | 100   | 100   | 2   | 2   | 96    | 47        | 29           | 1         | 1         | 0         | 22           | 0            |
| 2006–2010    | 100   | 100   | 4   | 4   | 92    | 51        | 19           | 1         | 1         | 0         | 27           | 1            |
| 2011–2015    | 100   | 100   | 6   | 5   | 89    | 30        | 28           | 0         | 1         | 0         | 39           | 0            |
| 2016–2020    | 100   | 100   | 5   | 7   | 88    | 39        | 30           | 1         | 2         | 0         | 28           | 1            |
| 2021         | 100   | 100   | 4   | 4   | 92    | 39        | 29           | 1         | 2         | 0         | 28           | 0            |
| 2022*        | 100   | 100   | 3   | 2   | 95    | 48        | 26           | 1         | 1         | 0         | 24           | 0            |

\* Данные получены в последний момент – после окончания рейса НИС «Профессор Кагановский».

**Таблица 10.** Запас видов КФ северной части Охотского моря в весенний период, доминирующих в пище минтая, млн т  
**Table 10.** Stock of LF species in the northern part of the Sea of Okhotsk in the spring, which dominate in pollock food, mln t

| Период, годы          | <i>C. glacialis</i> | <i>N. plumchrus</i> | <i>N. cristatus</i> | <i>E. bungii</i> | <i>M. okhotsensis</i> | <i>M. pacifica</i> | <i>Bradyidius pacificus</i> | <i>Pareuchaeta japonica</i> | <i>Th. raschii</i> | <i>Th. longipes</i> | <i>Th. inermis</i> | <i>E. pacifica</i> | <i>T. pacifica</i> | <i>T. libellula</i> |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Запас видов КФ, млн т |                     |                     |                     |                  |                       |                    |                             |                             |                    |                     |                    |                    |                    |                     |
| 1997–2000             | 1,8                 | 5,8                 | 1,0                 | 2,1              | 22,7                  | 0,2                | 0,1                         | 0,1                         | 38,0               | 5,8                 | 0,4                | 0,0                | 0,5                | 0,7                 |
| 2001–2005             | 1,7                 | 9,7                 | 1,4                 | 1,4              | 56,8                  | 0,6                | 0,2                         | 0,4                         | 33,1               | 10,9                | 0,3                | 0,0                | 1,0                | 0,7                 |
| 2006–2010             | 2,5                 | 7,0                 | 1,2                 | 2,4              | 25,0                  | 0,4                | 0,1                         | 0,2                         | 12,1               | 2,5                 | 0,1                | 0,0                | 0,4                | 0,4                 |
| 2011–2015             | 1,5                 | 8,6                 | 1,0                 | 0,9              | 11,7                  | 0,3                | 0,1                         | 0,1                         | 19,9               | 2,3                 | 0,2                | 0,1                | 0,4                | 0,5                 |
| 2016–2020             | 1,7                 | 7,5                 | 0,5                 | 1,1              | 15,8                  | 0,6                | 0,1                         | 0,1                         | 17,6               | 3,5                 | 0,2                | 0,1                | 0,3                | 0,8                 |
| 2021                  | 2,0                 | 2,9                 | 1,0                 | 2,6              | 11,0                  | 2,3                | 0,1                         | 0,0                         | 12,1               | 3,5                 | 0,9                | 0,0                | 0,2                | 0,9                 |
| % от КФ               |                     |                     |                     |                  |                       |                    |                             |                             |                    |                     |                    |                    |                    |                     |
| 1997–2000             | 2                   | 5                   | 1                   | 2                | 19                    | 0                  | 0                           | 0                           | 33                 | 5                   | 0                  | 0                  | 0                  | 1                   |
| 2001–2005             | 1                   | 6                   | 1                   | 1                | 37                    | 0                  | 0                           | 0                           | 22                 | 7                   | 0                  | 0                  | 1                  | 0                   |
| 2006–2010             | 3                   | 9                   | 2                   | 3                | 33                    | 0                  | 0                           | 0                           | 16                 | 3                   | 0                  | 0                  | 0                  | 1                   |
| 2011–2015             | 2                   | 11                  | 1                   | 1                | 15                    | 0                  | 0                           | 0                           | 25                 | 3                   | 0                  | 0                  | 1                  | 1                   |
| 2016–2020             | 2                   | 11                  | 1                   | 2                | 22                    | 1                  | 0                           | 0                           | 25                 | 5                   | 0                  | 0                  | 0                  | 1                   |
| 2021                  | 4                   | 5                   | 2                   | 5                | 19                    | 4                  | 0                           | 0                           | 21                 | 6                   | 2                  | 0                  | 0                  | 2                   |

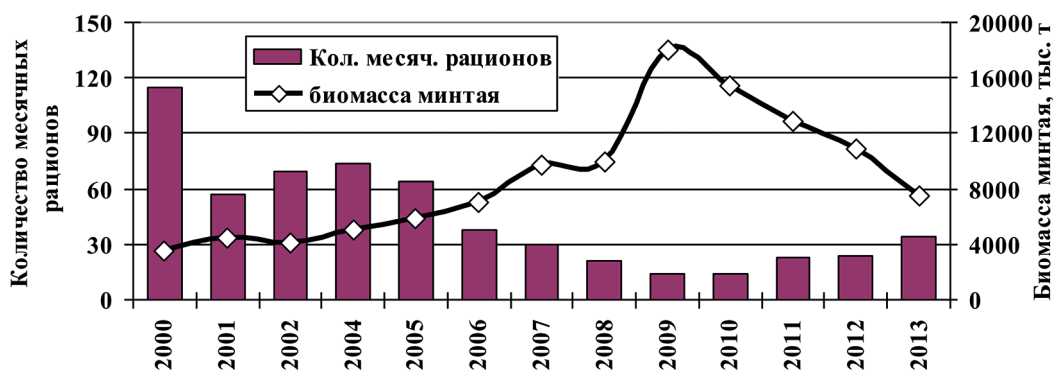


Рис. 12. Зависимость количества месячных рационов минтая от его суммарного запаса в северной части Охотского моря [Волков, 2015б]

Fig. 12. Dependence of the number of monthly pollock rations on its total stock in the northern part of the Sea of Okhotsk [Volkov, 2015b]

требление её минтаем не сможет существенно увеличить трофическую напряжённость, однако резкое возрастание его количества показало обратное, что и показано на рис. 12. При очередном росте биомассы и численности минтая, начавшемся в 2006 г., наблюдалось ухудшение пищевой обеспеченности, проявившееся в уменьшении количества месячных рационов, а при снижении — обратная картина. Соответственно и в кормовой базе происходили изменения этой же направленности.

**Берингово море.** По значению в отечественном промысле минтая Берингово море занимает второе место, основное внимание уделяется изучению лососевых в период преднерестовых миграций и отко- чевки молоди в океан, поэтому большая часть планктонных исследований выполняется в летне-осенний период, при этом количества зимних и весенних стан- ций явно недостаточно для корректного исследова- ния многолетней динамики (105 и 235 станций). Ос- новным же требованием к исследованиям планкто- на здесь является определение состояния кормовой базы не «своего» минтая, а приходящего на откорм из восточных районов моря, а этому как раз и соотве- ствуют имеющиеся материалы по летнему и осеннему периодам (2235 и 1970 станций).

Как и в Охотском море, из 12 групп КФ зоо- планктона в пище минтая крупнее 25–35 см осно- ву составляют крупные копеподы, эвфаузииды и ам- фиподы (преимущественно гиперииды). Mysidacea, Pteropoda и Chaetognatha здесь являются резервным кормом, который только в отдельных случаях встреча- ется в желудках в заметном количестве. Декаподы — это преимущественно креветки *Pandalus borealis* и *P. goniurus*, которые в планктонных пробах не присут- ствуют, из рыб и кальмаров — это мелкие особи дли- ной 5–15 см.

Приведённые в табл. 12 и 13 и на рис. 13 и 14 данные показывают заметную тенденцию снижения запаса кормового зоопланктона на уровне фракций, групп и видов КФ (как это было показано и для Охо- тского моря в табл. 9 и 10 и на рис. 10 и 11), однако, это коснулось не только копепод, эвфаузиид и амфи- под, но и щетинкочелюстных, которые в пище некто- на не имеют большого значения. Поэтому приходится констатировать, что в этом нельзя обвинить минтая, а скорее всего это последствия каких-то крупномас- штабных климатических воздействий на систему в целом.

Общее количество восточного минтая, ежегодно нагуливающегося в Олюторском и Наваринском и ча- стично Анадырском районах, обычно составляет от одного до полутора млн т. Грубые подсчёты показы- вают, что за месяц минтай съедает количество пищи, равное своему весу. Таким образом, даже в последние годы ему доступно 17 млн т корма или от 17 до 11 месячных рационов. Однако, если учесть, что у поло- возрелого минтая, крупнее 36 см, больше половины рациона составляют рыбы и креветки (рис. 15), то ста- новится понятным, что месячных рационов имеется значительно больше. При этом не нужно забывать, что Берингово море — это подвижная система, в которой вертикальная и горизонтальная циркуляции компен- сируют убыль кормовой базы вследствие выедания, которое тоже не происходит одновременно, а благо- даря перемещениям скоплений рыб распределяется по акватории более равномерно. Вывод может быть только один: кормовая база западной части Беринго- ва моря не испытывает фатального пресса со стороны минтая, даже находясь на наиболее низком уровне.

В табл. 13 приведены среднееголетние данные для 2-х районов СЗТО и 2-х районов Чукотского моря. Для корректного расчёта данных по годам и сезонам

**Таблица 11.** Запас фракций и групп КФ западной части Берингова моря в летне-осенний сезон, тыс. т  
**Table 11.** Stock of fractions and groups of LF in the western part of Bering Sea in the summer-autumn season, 1,000 t

| Период, годы       | Фито | МФ   | СФ   | КФ    | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Pteropoda | Chaetognatha |
|--------------------|------|------|------|-------|----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| <b>Анадырский</b>  |      |      |      |       |          |              |           |           |           |              |
| 1998–2000          | 1430 | 536  | 1199 | 12461 | 4789     | 8420         | 49        | 773       | 7         | 4778         |
| 2001–2003          | 2113 | 966  | 753  | 6420  | 2267     | 1721         | 53        | 424       | 5         | 2087         |
| 2004–2008          | 1433 | 708  | 701  | 5955  | 2434     | 1848         | 6         | 468       | 22        | 2062         |
| 2009–2013          | 960  | 1036 | 1235 | 6492  | 2317     | 1253         | 306       | 936       | 9         | 2078         |
| 2014–2015          | 295  | 725  | 861  | 4944  | 2067     | 1383         | 146       | 491       | 20        | 1849         |
| 2021               | 542  | 1108 | 501  | 3666  | 1332     | 1143         | 51        | 155       | 165       | 1513         |
| <b>Наваринский</b> |      |      |      |       |          |              |           |           |           |              |
| 1998–2000          | 879  | 1802 | 3379 | 33543 | 12745    | 2248         | 2         | 1906      | 20        | 16979        |
| 2001–2003          | 998  | 2522 | 2629 | 27718 | 9797     | 8911         | 0         | 3470      | 46        | 8537         |
| 2004–2008          | 2310 | 1921 | 2292 | 25182 | 10121    | 5082         | 35        | 753       | 65        | 10888        |
| 2009–2013          | 1950 | 2030 | 2607 | 26576 | 11086    | 3969         | 32        | 1132      | 49        | 11684        |
| 2014–2018          | 203  | 2887 | 3863 | 26511 | 5496     | 2449         | 7         | 802       | 61        | 12411        |
| 2019–2021          | 1331 | 1943 | 1471 | 14329 | 4870     | 733          | 1         | 1424      | 58        | 8339         |
| <b>Олюторский</b>  |      |      |      |       |          |              |           |           |           |              |
| 1998–2000          | 928  | 1815 | 3141 | 45630 | 35089    | 1677         | 3         | 3832      | 55        | 21765        |
| 2001–2003          | 650  | 3613 | 3554 | 41773 | 20661    | 4972         | 0         | 1520      | 119       | 16376        |
| 2004–2008          | 1228 | 2083 | 1902 | 28980 | 10397    | 3429         | 116       | 588       | 40        | 13981        |
| 2009–2013          | 3578 | 1801 | 1591 | 24794 | 8608     | 2026         | 3         | 894       | 65        | 12740        |
| 2014–2018          | 1100 | 3632 | 3669 | 23004 | 4733     | 1466         | 1         | 1070      | 455       | 12140        |
| 2019–2021          | 694  | 2075 | 1575 | 16211 | 4570     | 1041         | 37        | 1687      | 260       | 8905         |

**Таблица 12.** Запас доминирующих в пище минтая видов КФ западной части Берингова моря в летне-осенний период, тыс. т  
**Table 12.** Stock of LF species in the northern part of the Sea of Okhotsk in the spring, which dominate in pollock food, 1,000 t

| Период, годы       | <i>C. glacialis</i> | <i>N. plumchrus</i> | <i>N. cristatus</i> | <i>E. bungii</i> | <i>M. pacifica</i> | <i>Th. raschii</i> | <i>Th. inermis</i> | <i>Th. longipes</i> | <i>T. pacifica</i> | <i>T. libellula</i> |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Анадырский</b>  |                     |                     |                     |                  |                    |                    |                    |                     |                    |                     |
| 1998–2000          | 2584                | 797                 | 559                 | 727              | 140                | 3998               | 4023               | 241                 | 238                | 178                 |
| 2001–2003          | 1267                | 74                  | 20                  | 872              | 57                 | 436                | 1203               | 37                  | 43                 | 19                  |
| 2004–2008          | 660                 | 509                 | 178                 | 1050             | 69                 | 956                | 610                | 129                 | 84                 | 283                 |
| 2009–2013          | 863                 | 372                 | 131                 | 919              | 28                 | 862                | 270                | 108                 | 34                 | 721                 |
| 2014–2015          | 513                 | 98                  | 73                  | 223              | 63                 | 1173               | 193                | 14                  | 42                 | 334                 |
| 2021               | 350                 | 1039                | 8                   | 264              | 36                 | 317                | 480                | 0                   | 18                 | 0                   |
| Среднее            | 981                 | 481                 | 161                 | 676              | 66                 | 1290               | 1130               | 88                  | 77                 | 256                 |
| <b>Наваринский</b> |                     |                     |                     |                  |                    |                    |                    |                     |                    |                     |
| 1998–2000          | 215                 | 5953                | 2328                | 3651             | 539                | 541                | 844                | 625                 | 1632               | 35                  |
| 2001–2003          | 110                 | 5803                | 473                 | 2900             | 715                | 252                | 2764               | 4379                | 526                | 0                   |
| 2004–2008          | 1163                | 2542                | 3203                | 2834             | 269                | 551                | 985                | 3436                | 578                | 86                  |
| 2009–2013          | 551                 | 2469                | 3927                | 3644             | 269                | 455                | 369                | 3079                | 673                | 366                 |
| 2014–2018          | 106                 | 553                 | 1271                | 638              | 1390               | 441                | 473                | 1157                | 731                | 3                   |
| 2019–2021          | 33                  | 1024                | 780                 | 1961             | 313                | 145                | 190                | 284                 | 1374               | 2                   |
| Среднее            | 363                 | 3057                | 1997                | 2605             | 583                | 398                | 938                | 2160                | 919                | 82                  |

| Период, годы | <i>C. glacialis</i> | <i>N. plumchrus</i> | <i>N. cristatus</i> | <i>E. bungii</i> | <i>M. pacifica</i> | <i>Th. raschii</i> | <i>Th. inermis</i> | <i>Th. longipes</i> | <i>T. pacifica</i> | <i>T. libellula</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Олюторский   |                     |                     |                     |                  |                    |                    |                    |                     |                    |                     |
| 1998–2000    | 58                  | 6003                | 26753               | 1832             | 450                | 52                 | 119                | 1086                | 3606               | 0                   |
| 2001–2003    | 83                  | 8619                | 7003                | 4477             | 709                | 59                 | 69                 | 4377                | 1408               | 77                  |
| 2004–2008    | 50                  | 3113                | 2920                | 2576             | 174                | 605                | 282                | 2203                | 544                | 0                   |
| 2009–2013    | 8                   | 1768                | 2372                | 4031             | 203                | 158                | 77                 | 1516                | 789                | 4                   |
| 2014–2018    | 4                   | 741                 | 853                 | 142              | 304                | 46                 | 26                 | 457                 | 677                | 3                   |
| 2019–2021    | 11                  | 1223                | 1375                | 1635             | 340                | 110                | 202                | 411                 | 1558               | 78                  |
| Среднее      | 36                  | 3578                | 6879                | 2449             | 363                | 172                | 129                | 1675                | 1430               | 27                  |

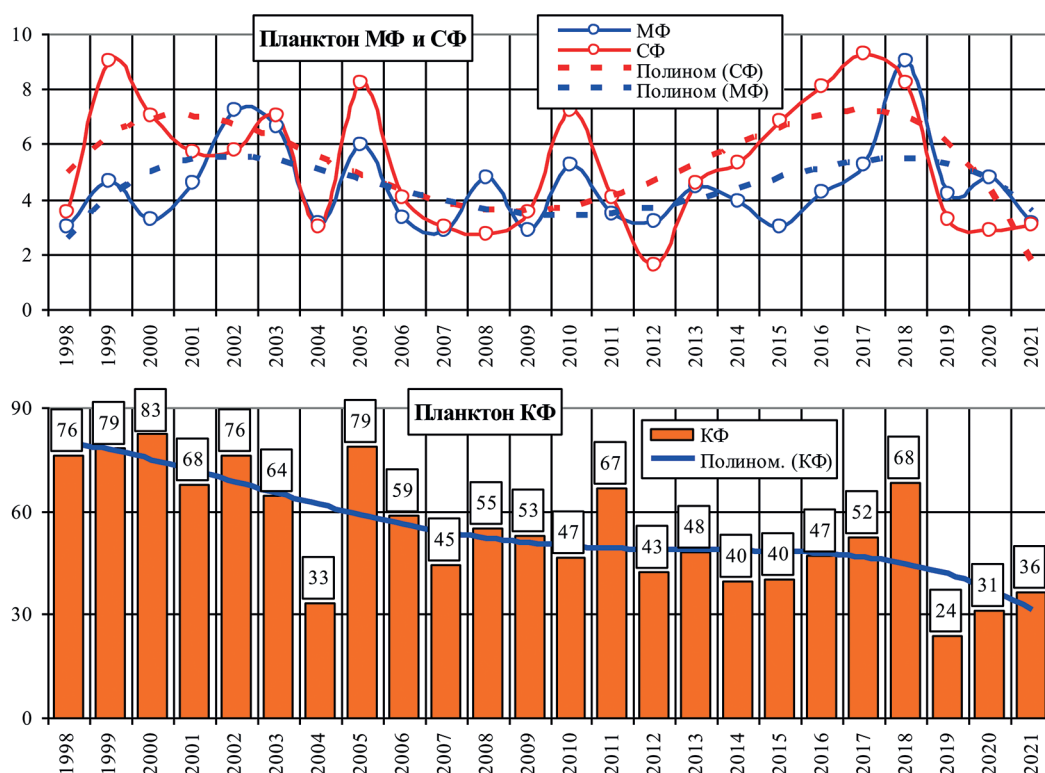


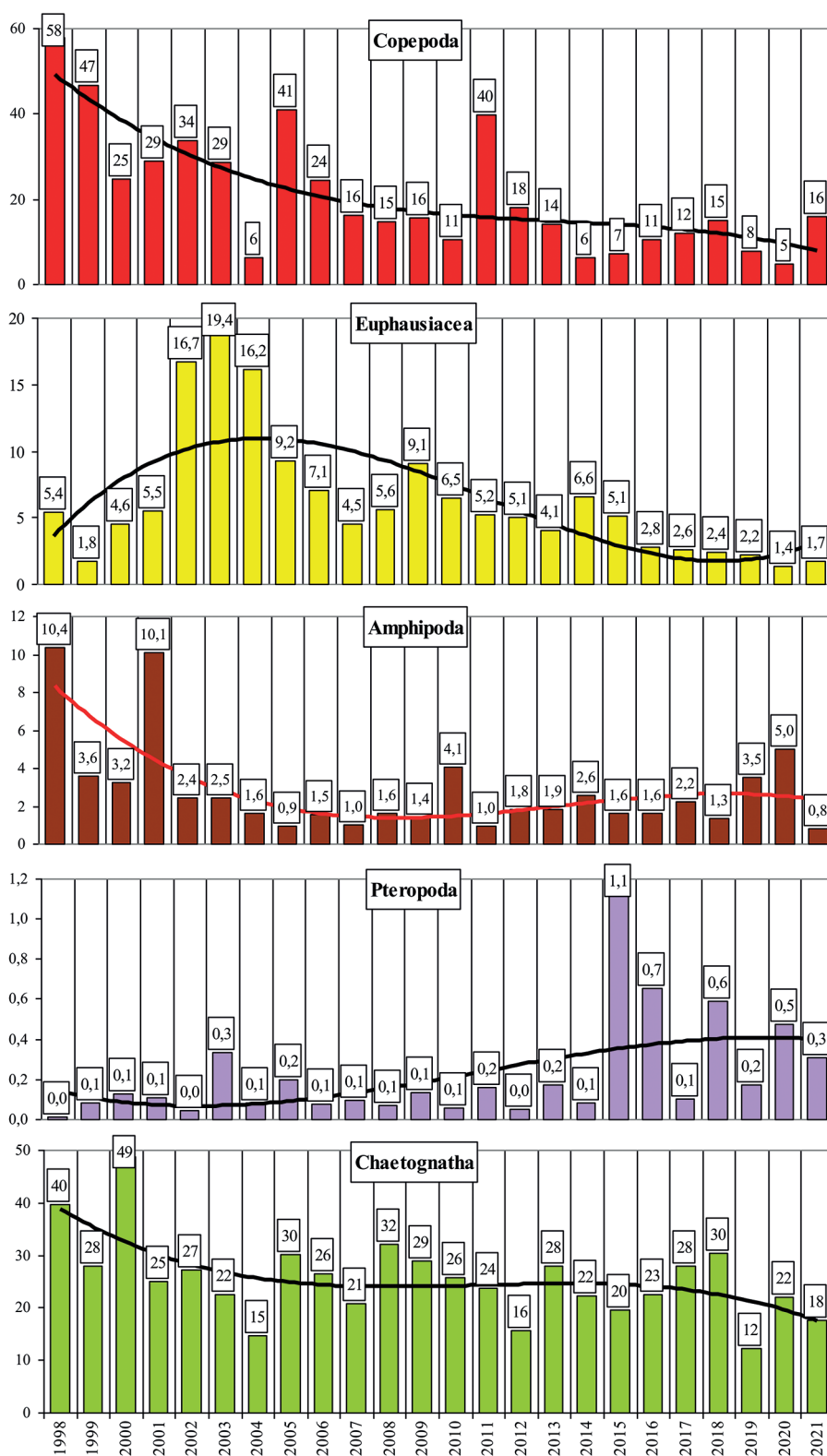
Рис. 13. Межгодовой ход запаса зоопланктона западной части Берингова моря в летне-осенний период, млн т  
Fig. 13. Interannual variation of the stock of zooplankton in the in the western part of the Bering Sea in the summer-autumn period, mln t

не хватает первичных материалов, однако и представленные показатели дают возможность в общем виде оценить состояние потенциальной кормовой базы минтая, если такая необходимость возникнет.

#### Таблицы для расчётов потребления минтаем разноразмерных классов количества основных видов пищи в течение 1 суток

По данным базы ТИНРО «Трофология» составлены табл. 14–16, в которых приведены суточные рационы в килограммах для 1000 кг каждого размерного класса минтая. Не все размерные классы в достаточ-

ной мере обеспечены пробами по питанию, поэтому к данным, полученным по небольшому их количеству следует относиться осторожно, но, как правило, они относятся к районам с невысокой численностью минтая. Таким образом, имея данные по запасам минтая в районах, объединённых в группы, несложно подсчитать количество пищи, потреблённой минтаем за сутки, декаду, месяц и т. д., поскольку все учётные минтайные съёмки выполняются параллельно с планктонными, что даёт возможность определить степень обеспеченности минтая пищей. При этом достаточно будет отслеживать динамику не всех компонентов



**Рис. 14.** Межгодовой ход запаса доминирующих групп зоопланктона КФ Олюторско-Наваринского района западной части Берингова моря в летне-осенний период, млн т (линия тренда полиномиальная 3)

**Fig. 14.** Interannual variation of the stock of dominant zooplankton groups in the LF of the Olyutorsky and Navarinskiy regions of the western Bering Sea in summer and autumn, mln t, (polynomial trend line 3)

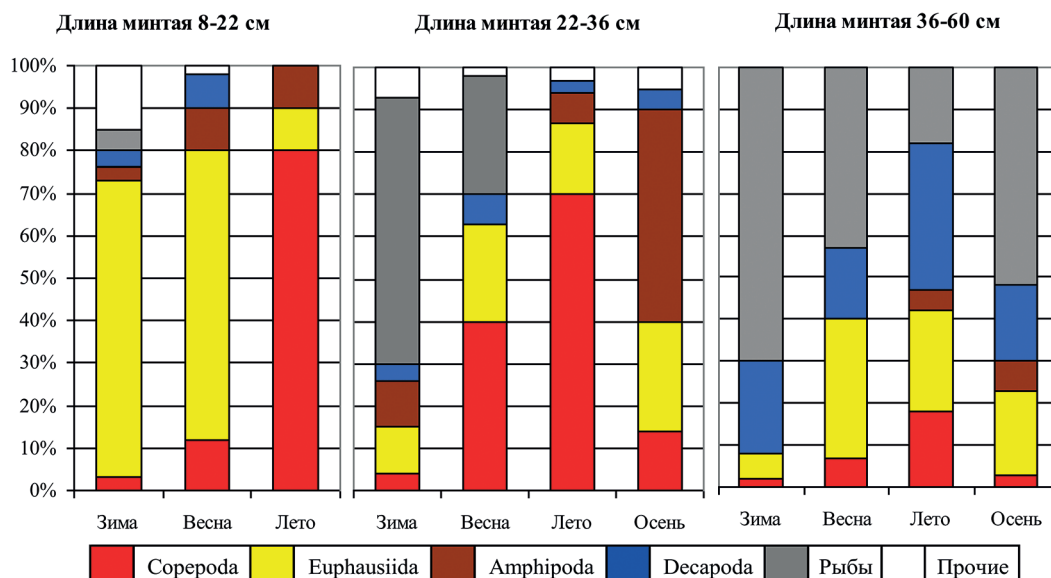


Рис. 15. Сезонная динамика питания минтая разных размеров в Олюторско-Наваринском районе [по Качиной, Савичевой, 1987]

Fig. 15. Seasonal dynamics of pollock feeding of different sizes in the Olyutorsko-Navarinskii region (according to Kachina and Savicheva, 1987)

Таблица 13. Среднемноголетние значения запаса фракций, групп – в верхней части таблицы; видов КФ – в нижней части таблицы (районы: ВК – Восточная Камчатка, ЮКР – южно-курильский, ЗЧ и ВЧ – Западная и Восточная Чукотка), тыс. т

Table 13. Mean long-term values of the stock of fractions, groups – the upper part of the table and types of LF – the lower part of the table (areas: VK – eastern Kamchatka, YuKR – South Kuril, ZCh and VCh – western and eastern Chukotka), 1,000 t

| Район | Фито                     | МФ                          | СФ                          | КФ                      | Copepoda                   | Euphausiacea               | Mysidacea                   | Amphipoda                 | Pteropoda                | Chaetognatha              | Прочие                 | Площ., тыс. км <sup>2</sup> |
|-------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|
| ВК    | 1360                     | 848                         | 643                         | 9921                    | 4229                       | 1166                       | 5                           | 633                       | 40                       | 3519                      | 329                    | 467                         |
| ЮКР   | 1594                     | 654                         | 671                         | 10809                   | 4649                       | 1673                       | 4                           | 713                       | 28                       | 3525                      | 216                    | 422                         |
| ВЧ    | 989                      | 736                         | 660                         | 5890                    | 1350                       | 1509                       | 53                          | 142                       | 9                        | 2499                      | 328                    | 430                         |
| ЗЧ    | 676                      | 1155                        | 907                         | 4103                    | 871                        | 1217                       | 3                           | 334                       | 86                       | 1374                      | 227                    | 345                         |
| Район | <i>Calanus glacialis</i> | <i>Neocalanus plumchrus</i> | <i>Neocalanus cristatus</i> | <i>Eucalanus bungii</i> | <i>Thysanoessa raschii</i> | <i>Thysanoessa inermis</i> | <i>Thysanoessa longipes</i> | <i>Euphausia pacifica</i> | <i>Themisto pacifica</i> | <i>Themisto libellula</i> | <i>Clione limacina</i> | <i>Limacina helicina</i>    |
| ВК    | 11                       | 1209                        | 1408                        | 1320                    | 77                         | 123                        | 533                         | 319                       | 544                      | 1                         | 19                     | 21                          |
| ЮКР   | 19                       | 1696                        | 1654                        | 1005                    | 122                        | 70                         | 844                         | 528                       | 590                      | 3                         | 14                     | 14                          |
| ЗЧ    | 540                      | 118                         | 125                         | 265                     | 536                        | 403                        | 43                          | 437                       | 25                       | 106                       | 6                      | 1                           |
| ВЧ    | 337                      | 82                          | 54                          | 363                     | 842                        | 366                        | 0                           | 0                         | 11                       | 322                       | 48                     | 0                           |

планктонного сообщества, а только тех, которые составляют основу в питании различных размерных классов минтая в разных зонах его обитания и, соответственно, промысла. При получении данных по

численности минтая по более крупным размерным классам рационы соседних классов достаточно суммировать.

**Таблица 14.** Длина тела минтая, средняя масса тела и количество экземпляров в 1000 кг (по данным из Базы «Трофология»)

**Table 14.** Pollock body length, average body weight and number of specimens per 1000 kg (according to data from the «Trophology» Database)

| Длина, см | 5–10   | 10–20 | 20–30 | 30–40 | 40–50 | 50–60 | 60–80 |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Масса, г  | 5      | 25    | 120   | 300   | 600   | 1000  | 1900  |
| Экз./т    | 200000 | 40000 | 8300  | 3300  | 1700  | 1000  | 500   |

**Таблица 15.** Состав пищи, потребляемой одной тонной минтая Охотского моря каждого размерного класса в течение 1 суток

**Table 15.** Composition of food consumed by one tonne of pollock from the Sea of Okhotsk each size class within 1 day

| Размер-<br>ный ряд,<br>см | Суточ-<br>ный<br>рацион,<br>кг | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Decapoda | Pteropoda | Chaetognatha | Appendicularia | Прочие | План-<br>ктон | Нектон | Кол-во<br>проб |
|---------------------------|--------------------------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|----------------|--------|---------------|--------|----------------|
| <b>Район СШ</b>           |                                |          |              |           |           |          |           |              |                |        |               |        |                |
| 5–10                      | 65                             | 10,3     | 50,1         | 0         | 2,7       | 0,5      | 0,1       | 1,2          | 0              | 0      | 65            | 0      | 179            |
| 10–20                     | 50                             | 7,2      | 37,5         | 0,1       | 4,1       | 0,1      | 0,1       | 0,7          | 0              | 0      | 50            | 0      | 483            |
| 20–30                     | 40                             | 13,4     | 19,8         | 0,2       | 3,8       | 0,7      | 0         | 0,6          | 0,5            | 0,1    | 39            | 1      | 321            |
| 30–40                     | 25                             | 4,9      | 13,8         | 0,1       | 1,8       | 1,3      | 0,1       | 0,2          | 0,5            | 0,1    | 23            | 2      | 845            |
| 40–50                     | 15                             | 0,9      | 8,2          | 0         | 1,0       | 1,7      | 0         | 0,1          | 0,3            | 0      | 12            | 3      | 1080           |
| 50–60                     | 10                             | 0,1      | 3,2          | 0         | 0,5       | 1,8      | 0         | 0            | 0,1            | 0      | 6             | 4      | 551            |
| 60–80                     | 35                             | 0        | 0,3          | 0         | 1,7       | 8,6      | 0         | 0            | 0              | 0      | 11            | 24     | 43             |
| <b>Район ИК</b>           |                                |          |              |           |           |          |           |              |                |        |               |        |                |
| 5–10                      | 65                             | 38,2     | 14,4         | 0         | 12,2      | 0        | 0         | 0,2          | 0              | 0      | 65            | 0      | 32             |
| 10–20                     | 50                             | 17,8     | 25,7         | 0         | 3,2       | 0,2      | 0,1       | 0            | 2,6            | 0,3    | 50            | 0      | 158            |
| 20–30                     | 40                             | 26,6     | 8,7          | 0         | 1,3       | 0        | 0,1       | 0,8          | 1,6            | 0,1    | 39            | 1      | 504            |
| 30–40                     | 25                             | 12,3     | 7,5          | 0         | 1,3       | 0,3      | 0         | 0,7          | 1,2            | 0,2    | 24            | 1      | 1050           |
| 40–50                     | 15                             | 3,6      | 6,2          | 0         | 1,2       | 0,7      | 0,2       | 0,2          | 0,7            | 0,1    | 13            | 2      | 845            |
| 50–60                     | 10                             | 0,5      | 3,3          | 0         | 0,7       | 1,0      | 0,1       | 0            | 0,4            | 0,1    | 6             | 4      | 221            |
| 60–80                     | 30                             | 0,1      | 0,4          | 0         | 0,1       | 4,8      | 3,3       | 0            | 0              | 0      | 9             | 21     | 15             |
| <b>Район ЗК</b>           |                                |          |              |           |           |          |           |              |                |        |               |        |                |
| 5–10                      | 65                             | 20,3     | 35,8         | 1,1       | 1,5       | 0,2      | 1,1       | 3,4          | 0,7            | 0,2    | 64            | 1      | 80             |
| 10–20                     | 50                             | 18,2     | 22,4         | 0,9       | 3,5       | 1,6      | 0,5       | 1,8          | 0,1            | 0,2    | 49            | 1      | 142            |
| 20–30                     | 40                             | 21,3     | 13,8         | 0,1       | 2,6       | 0        | 0         | 0,7          | 0,6            | 0,3    | 39            | 1      | 248            |
| 30–40                     | 25                             | 9,6      | 10,9         | 0,0       | 0,8       | 0,3      | 0         | 0,5          | 0,6            | 0,1    | 23            | 2      | 742            |
| 40–50                     | 15                             | 2,6      | 8,0          | 0,1       | 0,7       | 0,3      | 0,1       | 0,2          | 0,5            | 0,1    | 12            | 3      | 899            |
| 50–60                     | 10                             | 0,4      | 5,4          | 0,1       | 0,6       | 0,7      | 0,1       | 0,1          | 0,3            | 0      | 8             | 2      | 563            |
| 60–80                     | 11                             | 0,2      | 4,5          | 0,2       | 0,5       | 2,4      | 0         | 0            | 0,5            | 0,1    | 8             | 3      | 109            |
| <b>Район ВС</b>           |                                |          |              |           |           |          |           |              |                |        |               |        |                |
| 5–10                      | 65                             | 17,9     | 24,6         | 0         | 12,6      | 0        | 7,6       | 2,3          | 0              | 0      | 65            | 0      | 8              |
| 10–20                     | 50                             | 14,9     | 24,0         | 0         | 9,0       | 0        | 0         | 0            | 1,0            | 0      | 49            | 1      | 16             |
| 20–30                     | 40                             | 22,9     | 16,1         | 0         | 0,6       | 0,1      | 0         | 0,1          | 0,2            | 0      | 40            | 0      | 43             |
| 30–40                     | 25                             | 7,9      | 14,9         | 0         | 0,5       | 0,4      | 0         | 0,1          | 0,2            | 0      | 24            | 1      | 152            |
| 40–50                     | 15                             | 1,9      | 10,4         | 0         | 0,4       | 0,3      | 0         | 0            | 0,2            | 0      | 13            | 2      | 205            |
| 50–60                     | 10                             | 0,2      | 6,2          | 0         | 0,5       | 0,6      | 0,1       | 0            | 0,1            | 0      | 8             | 2      | 127            |
| 60–80                     | 25                             | 0,0      | 5,0          | 0         | 0,6       | 2,4      | 0         | 0            | 0              | 0      | 8             | 17     | 11             |

Окончание табл. 15

| Размер-<br>ный ряд,<br>см | Суточ-<br>ный<br>рацион,<br>кг | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Decapoda | Pteropoda | Chaetognatha | Appendicularia | Прочие | План-<br>ктон | Нектон | Кол-во<br>проб |
|---------------------------|--------------------------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|----------------|--------|---------------|--------|----------------|
| <b>Район ЦЮ</b>           |                                |          |              |           |           |          |           |              |                |        |               |        |                |
| 5–10                      | 65                             | 19,1     | 38,1         | 0         | 0,8       | 0        | 0         | 0            | 0              | 0      | 58            | 7      | 7              |
| 10–20                     | 50                             | 5,7      | 39,3         | 0         | 1,2       | 0,2      | 0         | 1,4          | 0              | 0      | 48            | 2      | 7              |
| 20–30                     | 40                             | 10,1     | 28,1         | 0         | 0,3       | 0,2      | 0         | 1,2          | 0,1            | 0      | 40            | 0      | 9              |
| 30–40                     | 25                             | 5,5      | 12,8         | 0         | 1,0       | 0,1      | 0         | 0,5          | 0,3            | 0      | 20            | 5      | 142            |
| 40–50                     | 15                             | 1,5      | 9,0          | 0         | 0,8       | 0        | 0,1       | 0,2          | 0,3            | 0,1    | 12            | 3      | 325            |
| 50–60                     | 10                             | 0,3      | 5,3          | 0         | 0,8       | 0,1      | 0,2       | 0,1          | 0,1            | 0,1    | 7             | 3      | 309            |
| 60–80                     | 20                             | 0        | 9,2          | 0         | 2,3       | 0        | 0,2       | 0            | 0,3            | 0,3    | 12            | 8      | 28             |

**Таблица 16.** Состав пищи, потребляемой 1 тонной минтая западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана каждого размерного класса в течение 1 суток

**Table 16.** Composition of food consumed by 1 tonne of of walleye pollock in the western BeringSea and the northwestern Pacific Ocean of each size class during 1 day

| Размерный<br>ряд, см                   | Суточный ра-<br>цион, кг | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Decapoda | Pteropoda | Chaetognatha | Appendicularia | Прочие | Планктон | Нектон | Кол-во проб |
|----------------------------------------|--------------------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|----------------|--------|----------|--------|-------------|
| <b>Западная часть Берингова моря</b>   |                          |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| <b>Анадырский район</b>                |                          |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| 5–10                                   | 65                       | 25,9     | 21,9         | 0,7       | 7,3       | 0,4      | 2,0       | 1,5          | 1,6            | 0      | 61       | 4      | 77          |
| 10–20                                  | 50                       | 18,6     | 14,1         | 1,4       | 8,6       | 1,3      | 0,4       | 2,9          | 0,4            | 0,1    | 48       | 2      | 136         |
| 20–30                                  | 40                       | 13,2     | 15,6         | 0,2       | 5,0       | 1,3      | 0,2       | 0,5          | 1,3            | 0      | 37       | 3      | 128         |
| 30–40                                  | 25                       | 7,6      | 7,4          | 0         | 3,4       | 1,3      | 0         | 0,2          | 1,7            | 0      | 22       | 3      | 157         |
| 40–50                                  | 15                       | 2,2      | 4,5          | 0,1       | 2,5       | 1,4      | 0         | 0,1          | 1,1            | 0,1    | 12       | 3      | 138         |
| 50–60                                  | 10                       | 0,3      | 1,7          | 0         | 2,3       | 1,6      | 0         | 0            | 0,2            | 0,1    | 6        | 4      | 109         |
| 60–80                                  | 35                       | 0,3      | 3,5          | 1,0       | 6,4       | 10,7     | 0,1       | 0            | 0,4            | 1,3    | 24       | 11     | 105         |
| <b>Мелководная (шельфовая) зона</b>    |                          |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| 5–10                                   | 65                       | 47,7     | 9,0          | 0         | 7,2       | 0        | 0         | 1,2          | 0              | 0      | 65       | 0      | 16          |
| 10–20                                  | 50                       | 23,9     | 22,2         | 0         | 1,5       | 2,4      | 0         | 0            | 0              | 0      | 50       | 0      | 3           |
| 20–30                                  | 40                       | 25,8     | 13,7         | 0         | 0         | 0,5      | 0         | 0            | 0              | 0      | 40       | 0      | 3           |
| 30–40                                  | 25                       | 14,1     | 7,7          | 0         | 0,4       | 0,7      | 0         | 0,1          | 0,1            | 0,3    | 23       | 2      | 9           |
| 40–50                                  | 15                       | 7,7      | 3,1          | 0         | 0,5       | 0,3      | 0,4       | 0,2          | 0,8            | 0,4    | 13       | 2      | 49          |
| 50–60                                  | 15                       | 8,0      | 4,6          | 0         | 0,2       | 0,1      | 0,2       | 0,1          | 0,4            | 0      | 14       | 1      | 74          |
| 60–80                                  | 12                       | 3,5      | 5,5          | 0         | 0,3       | 1,0      | 0,5       | 0            | 1,2            | 0      | 12       | 0      | 7           |
| <b>Наваринский и Олюторский районы</b> |                          |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| 5–10                                   | 65                       | 21,6     | 30,0         | 0,6       | 7,3       | 1,6      | 0         | 0,6          | 2,4            | 0,8    | 65       | 0      | 23          |
| 10–20                                  | 50                       | 9,9      | 26,3         | 2,4       | 2,9       | 1,8      | 0         | 0,6          | 0,4            | 0,3    | 45       | 5      | 44          |
| 20–30                                  | 40                       | 10,6     | 5,7          | 0         | 5,4       | 3,6      | 0         | 0,4          | 1,0            | 0,4    | 27       | 13     | 65          |
| 30–40                                  | 25                       | 4,7      | 6,8          | 0         | 2,8       | 3,1      | 0         | 0,6          | 0,4            | 0,3    | 19       | 6      | 92          |
| 40–50                                  | 15                       | 1,8      | 3,4          | 0         | 2,4       | 1,1      | 0         | 0,1          | 0,1            | 0,1    | 9        | 6      | 101         |
| 50–60                                  | 10                       | 0,4      | 2,8          | 0,1       | 0,2       | 1,3      | 0         | 0            | 0,6            | 0,3    | 6        | 4      | 91          |
| 60–80                                  | 35                       | 0,6      | 3,9          | 0,5       | 4,6       | 6,9      | 0         | 0            | 1,6            | 0,3    | 18       | 17     | 58          |

| Размерный ряд, см                          | Суточный рацион, кг | Copepoda | Euphausiacea | Mysidacea | Amphipoda | Decapoda | Pteropoda | Chaetognatha | Appendicularia | Прочие | Планктон | Нектон | Кол-во проб |
|--------------------------------------------|---------------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|----------------|--------|----------|--------|-------------|
| <b>Северо-западная часть Тихого океана</b> |                     |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| <b>Район ВК</b>                            |                     |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| 5–10                                       | 65                  | 47,9     | 3,3          | 0         | 13,8      | 0        | 0         | 0            | 0              | 0      | 65       | 0      | 6           |
| 10–20                                      | 50                  | 43,3     | 0            | 0         | 5,3       | 0        | 0         | 0,7          | 0              | 0,7    | 50       | 0      | 2           |
| 20–30                                      | 40                  | 20,9     | 0,5          | 0         | 3,7       | 14,5     | 0         | 0            | 0              | 0,4    | 40       | 0      | 2           |
| 30–40                                      | 25                  | 10,4     | 2,0          | 0         | 0,7       | 6,5      | 0         | 1,8          | 0              | 3,6    | 25       | 0      | 3           |
| 40–50                                      | 15                  | 9,3      | 1,8          | 0         | 0         | 0        | 0,5       | 0,5          | 2,2            | 0      | 14       | 1      | 7           |
| 50–60                                      | 10                  | 3,7      | 4,4          | 0         | 0,8       | 0        | 0         | 0,3          | 0              | 0,8    | 10       | 0      | 3           |
| 60–80                                      | 35                  | 0,0      | 0            | 0         | 0         | 0        | 0         | 0            | 0              | 0      | 0        | 35     | 1           |
| <b>ЮКР</b>                                 |                     |          |              |           |           |          |           |              |                |        |          |        |             |
| 5–10                                       | 65                  | 29,2     | 3,4          | 0         | 4,4       | 0        | 0         | 1,6          | 0              | 0      | 39       | 26     | 5           |
| 10–20                                      | 50                  | 15,4     | 31,4         | 0         | 1,7       | 0        | 0         | 1,1          | 0,1            | 0      | 50       | 0      | 54          |
| 20–30                                      | 40                  | 11,0     | 23,1         | 0         | 4,4       | 0        | 0,1       | 0,3          | 0,5            | 0,1    | 39       | 1      | 93          |
| 30–40                                      | 25                  | 4,0      | 16,0         | 0         | 2,4       | 0        | 0,1       | 0,4          | 0,2            | 0      | 23       | 2      | 161         |
| 40–50                                      | 15                  | 1,9      | 9,1          | 0         | 2,0       | 0,1      | 0         | 0,3          | 0,1            | 0      | 14       | 1      | 172         |
| 50–60                                      | 10                  | 1,4      | 4,1          | 0         | 2,0       | 0        | 0,3       | 0,1          | 0,1            | 0      | 8        | 2      | 89          |
| 60–80                                      | 35                  | 12,9     | 13,5         | 0         | 2,8       | 0        | 2,4       | 0            | 0              | 2,6    | 34       | 1      | 10          |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прежде чем заниматься исследованием состояния кормовой базы минтая, следует выяснить его возрастные и региональные предпочтения. Эти вопросы рассмотрены в первой части статьи. Основу пищи личинок и мальков составляют мелкие копеподы и их яйца, науплии, ранние копеподиты, личинки беспозвоночных, а также инфузории и зоофлагелляты, а также и другой нано- и микрозоопланктон, который не облавливается планктонными сетями. По мере роста изменяются размеры пищи и видовой состав. В пище минтая крупнее 30 см во всех регионах от 80 до 100% планктонной пищи составляют копеподы КФ, эвфаузииды и гиперииды. У половозрелого минтая крупнее 30–40 см всё большее место в пище занимает нектон, т. е. рыбы (включая собственных сеголеток и молодь) и кальмары, доля нектона с увеличением размеров возрастает и у минтая длиной 60–80 см составляет более 50%. В планктонных сообществах в питании минтая долгое время оставалась недооцененной роль аппендикулярий, в одной из последних публикаций автор сделал попытку исправить это [Волков, 2022].

Приведённые на рис. 8 графики показывают наличие обратной зависимости между уровнем содержания жирности в печени и интенсивностью питания половозрелого минтая, из чего следует, что по мере

накопления жира в посленерестовый период его потребность в пище снижается в разы, и соответственно уменьшается суточный рацион, а следовательно снижается и общий пресс на кормовую базу, т. е. при расчётах обеспеченности пищей необходимо учитывать физиологическое состояние минтая. Этот фактор, по-видимому, влияет на начало обратных миграций минтая, например, в Наваринском районе.

В серии таблиц, касающихся планктона, приведены среднемноголетние и среднесезонные данные по запасу фракций, доминирующих групп и видов КФ в северной и южной частях Охотского моря преимущественно в весенний период, которые следует рассматривать как некоторые вероятностные характеристики. Данные, осреднённые по 5-летним периодам, показывают тенденцию снижения запасов практически по всем основным показателям в Охотском и Беринговом морях. Нельзя с уверенностью сказать, в связи с чем это происходит, но такое уже происходило в Охотском море (см. на рис. 9 начало 1998 г. и далее), когда после аналогичной ситуации начался быстрый рост, буквально за 2 года все элементы биомассы планктона возросли до уровня «исторического» максимума, что может опять произойти в недалёком времени. В целом, говоря о современном состоянии кормовой базы минтая Охотского и Берингова мо-

рей, вряд ли стоит оценивать её уровень как «депрессивный» или же, наоборот, находящийся на подъёме. Флуктуации такого ранга являются естественными, один период неизменно сменяется другим, следуя за субтотальными климатическими взлётами и падениями, поэтому излишний пессимизм или оптимизм здесь вряд ли уместны. Общий вывод о состоянии кормовой базы минтая Охотского и Берингова морей: кормовая база не испытывает фатального пресса со стороны минтая, даже находясь на наиболее низком уровне.

Приведённые в заключение табл. 14–16 можно расценивать как методический приём, рекомендуемый как, имея данные по запасам минтая в районах объединённых в группы, подсчитать количество пищи потреблённой минтаем за сутки, декаду, месяц и т. д. и по этим показателям рассчитать степень его обеспеченности пищей.

### Благодарности

Всем участникам экспедиций, в которых были собраны и обработаны материалы, объединённые в базы данных ТИНРО.

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии у него конфликта интересов

### Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

### Финансирование

Исследование не имело дополнительного финансирования.

### ЛИТЕРАТУРА

- Волков А. Ф. 1996. Зоопланктон эпипелагиали дальневосточных морей: состав сообществ, межгодовая динамика, значение в питании нектона: Научный доклад по дис. ... докт. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 69 с.
- Волков А. Ф. 2000. Питание минтая в эпипелагиали Охотского моря и состояние его кормовой базы в зимне-весенний период 1998 г. // *Океанология*. Т. 40. Вып. 5. С. 742–755.
- Волков А. Ф. 2008. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона (пошаговые инструкции) // *Известия ТИНРО*. Т. 154. С. 405–416.
- Волков А. Ф. 2012 а. Массовое появление *Themisto libellula* в северной части Берингова моря: вторжение или вспышка? // *Известия ТИНРО*. Т. 168. — С. 142–151.
- Волков А. Ф. 2012 б. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «НРАФС» (экспедиция BASIS). Часть 1. Восточные районы // *Известия ТИНРО*. Т. 169. С. 45–66.
- Волков А. Ф. 2013. Зависимость питания тихоокеанских лососей от состояния их кормовой базы (по результатам работ экспедиции BASIS в 2003–2012 гг.) // *Бюллетень «Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке»*. № 8. С. 58–67.
- Волков А. Ф. 2015 а. Пространственно-временные элементы экологии эвфаузиид Охотского моря // *Известия ТИНРО*. Т. 180. С. 128–139.
- Волков А. Ф. 2015 б. Введение в трофологию минтая // *Известия ТИНРО*. Т. 183. С. 167–186.
- Волков А. Ф. 2016 а. Таблицы и графики по трофологии минтая западной части Берингова моря // *Известия ТИНРО*. Т. 185. С. 175–184.
- Волков А. Ф. 2016 б. Элементарная трофология тихоокеанских лососей в Беринговом море. Видовые и региональные отличия. Обеспеченность пищей при различных условиях среды // *Известия ТИНРО*. Т. 187. С. 162–186.
- Волков А. Ф. 2018. Современное состояние весеннего планктонного сообщества северной части Охотского моря (1997–2017 гг.) // *Известия ТИНРО*. Т. 192. С. 121–135.
- Волков А. Ф. 2019. Возможности и приёмы при работе с базами данных ТИНРО «Зоопланктон северной части Тихого океана, Охотского, Берингова и Чукотского морей», «Трофология нектона» и «Морская биология» // *Известия ТИНРО*. Т. 198. С. 239–261.
- Волков А. Ф. 2022. Аппендикулярии Охотского, Берингова, Чукотского морей и северной части Тихого океана (СТО) и их значение в питании нектона // *Известия ТИНРО*. Т. 202, вып. 2. С. 390–408.
- Волков А. Ф., Горбатенко К. М., Ефимкин А. Я. 1990. Стратегии питания минтая // *Известия ТИНРО*. Т. 111. С. 123–132.
- Волков А. Ф., Горбатенко К. М., Мерзляков А. Ю. 2003. Планктон, состояние кормовой базы и питание массовых рыб эпипелагиали Охотского моря в зимне-весенний период // *Известия ТИНРО*. Т. 133. С. 169–235.
- Качина Т. Ф., Савичева Э. А. 1987. Динамика питания минтая в западной части Берингова моря // *Популяционная структура, динамика численности и экология минтая*. Владивосток: Известия ТИНРО. С. 174–188.
- Кузнецова Н. А. 2005. Питание и пищевые отношения нектона в эпипелагиали северной части Охотского моря. Владивосток: Известия ТИНРО. 235 с.
- Максименков В. В. 1984. Пищевые отношения личинок некоторых рыб в зал. Корфа // *Вопросы ихтиологии*. Т. 24. С. 972–978.
- Максименков В. В. 2007. Питание и пищевые отношения молоди рыб, обитающих в эстуариях рек и побережье Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 278 с.
- Микулич Л. В. 1949. О питании минтая в северной части Берингова моря // *Известия ТИНРО*. Т. 29. С. 51–66.
- Степаненко М. А., Грицай Е. В. 2016. Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря // *Известия ТИНРО*. Т. 185. С. 16–30.
- Туманцева Н. И. 1982. Биомасса и продукционные характеристики протозойного планктона в субантарктических и антарктических районах юго-восточной части Тихого океана // *Океанология*. Т. 22. Вып. 5. С. 813–819.
- Туманцева Н. И., Копылов А. И. 1985. Протозойный планктон в сообществах пелагиали в продуктивных районах Тихого океана // *Биологические основы промыслового*

- освоения открытых районов Тихого океана. М.: Наука. С. 145–155.
- Чучукало В.И. 2006. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр. 484 с.
- Швыдкий Г.В., Вдовин А.Н. 1991. Распределение охотоморского минтая различной упитанности в летний период // Рыбное хозяйство. № 9. С. 33–34.
- Швыдкий Г.В., Вдовин А.Н., Горбатенко К.М. 1994. Динамика упитанности минтая в дальневосточных морях // Известия ТИНРО. Т. 116. С. 178–192.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.А. 1988. Состав и современное состояние сообществ рыб пелагиали западной части Берингова моря. // Биология моря. № 2. С. 56–65.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-Центр. 426 с.
- Kamba M. 1977. Feeding habits and vertical distribution of walleye Pollock, *Theragra chalcogramma*, in early life stage in Uchiura Bay, Hokkaido // Res. Inst. N. Pac. Fish. Hokkaido Univ. Spec. P. 175–197.
- Nishiyama T., Hirano K. 1985. Prey size and weight relations in larval walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) // Bull. Plankton Soc. of Japan. Vol. 32. No 1. P. 45–59
- ### REFERENCES
- Volkov A.F. 1996. Zooplankton of the epipelagic zone of the Far Eastern seas: composition of communities, interannual dynamics, significance in the diet of nekton: Scientific report on dis. ... doc. biol. sci. Vladivostok: TINRO-Center. 69 p.
- Volkov A.F. 2000. Pollock feeding in the epipelagic zone of the Sea of Okhotsk and the state of its food supply in the winter-spring period of 1998 // Oceanology. Vol. 40. No. 5. P. 742–755.
- Volkov A.F. 2008. Methodology for the collection and processing of plankton and nekton feeding samples (step by step instructions) // Izvestiya TINRO. T. 154. S. 405–416.
- Volkov A.F. 2012 a. Mass appearance of *Themisto libellula* in the northern part of the Bering Sea: invasion or outbreak? // Izvestiya TINRO. T. 168. S. 142–151.
- Volkov A.F. 2012 b. Results of studies of zooplankton in the Bering Sea under the NPAFC program (BASIS expedition). Part 1. Eastern regions // Izvestiya TINRO. T. 169. S. 45–66.
- Volkov A.F. 2013. Dependence of the nutrition of Pacific salmon on the state of their food supply (according to the results of the BASIS expedition in 2003–2012) // Bulletin "Studies of Pacific salmon in the Far East". No. 8. S. 58–67.
- Volkov A.F. 2015 a. Spatial-temporal patterns of euphausiids ecology in the Okhotsk Sea // Izvestiya TINRO. V. 180. P. 128–139.
- Volkov A.F. 2015 b. Introduction to trophology of walleye Pollock // Izvestiya TINRO. V. 183. P. 167–186.
- Volkov A.F. 2016 a. Tables and diagrams on trophology of walleye pollock in the western Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 185. P. 175–184.
- Volkov A.F. 2016 b. Elementary trophic ecology of pacific salmons in the Bering Sea. Species and regional differences. Provision with food in different environments // Izvestiya TINRO. V. 187. P. 162–186.
- Volkov A.F. 2018. Present state of the spring plankton community in the northern Okhotsk Sea (1997–2017) // Izvestiya TINRO. V. 192. P. 121–135.
- Volkov A.F. 2019. Opportunities and techniques of using the databases of TINRO «Zooplankton of the North Pacific, Okhotsk, Bering, and Chukchi Seas», «Nekton trophology», and «Marine Biology» // Izvestiya TINRO. V. 198. P. 239–261.
- Volkov A.F. 2022. Appendicularia of Bering, Okhotsk, Chukcha seas and North Pacific Ocean (NPO) and their significance in feeding of nekton // Izvestiya TINRO. V. 202 (2). P. 390–408.
- Volkov A.F., Gorbatenko K.M., Efimkin A. Ya. 1990. Pollock nutrition strategies // Izvestiya TINRO. V. 111. P. 123–132.
- Volkov A.F., Gorbatenko K.M., Merzlayakov A. Yu. 2003. Plankton, condition of the forage resources and feeding of the dominant epi- and mesopelagic fish species of the Okhotsk Sea during the winter-spring // Izvestiya TINRO. V. 133. P. 169–235.
- Kachina T.F., Savicheva E.A. 1987. Pollock feeding dynamics in the western part of the Bering Sea // Population structure, abundance dynamics and pollock ecology. Vladivostok: TINRO. P. 174–188.
- Kuznetsova N.A. 2005. Feeding and food relations of nekton in the epipelagic zone of the northern part of the Sea of Okhotsk. Vladivostok: TINRO. 235 p.
- Maximenkov V.V. 1984. Nutritional relations of larvae of some fish in the hall. Korfa // Voprosy ichthyology. V. 24. P. 972–978.
- Maximenkov V.V. 2007. Feeding and nutritional relationships of juvenile fish living in the estuaries of rivers and coastal areas of Kamchatka. Petropavlovsk-Kamch.: KamchatNRO. 278 p.
- Mikulich L.V. 1949. On pollock feeding in the northern part of the Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 29. P. 51–66.
- Stepanenko M.A., Gritsay E.V. 2016. Assessment of stock, spatial distribution, and recruitment of walleye pollock in the northern and eastern Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 185. P. 16–30.
- Tumantseva N.I. 1982. Biomass and production characteristics of protozoan plankton in the subantarctic and Antarctic regions of the southeastern part of the Pacific Ocean // Oceanology. V. 22 (5). P. 813–819.
- Tumantseva N.I., Kopylov A.I. 1985. Protozoan plankton in pelagial communities in the productive regions of the Pacific Ocean // Biological bases of commercial development of open areas of the Pacific Ocean. M.: Nauka. P. 145–155.
- Chuchukalo V.I. 2006. Nutrition and nutritional relationships of nekton and nektoбentos in the Far Eastern seas. Vladivostok: TINRO-Center. 484 p.
- Shvydky G.V., Vdovin A.N. 1991. Distribution of pollock of the Sea of Okhotsk of different fatness in the summer period // Rybnoe khozyajstvo. № 9. P. 33–34.
- Shvydky G.V., Vdovin A.N., Gorbatenko K.M. 1994. The dynamics of walleye pollock condition in the Far Eastern seas // Izvestiya TINRO. V. 116. P. 178–192.

- Shuntov V.P., Volkov A.F., Efimkin A. Ya.* 1988. Composition and current state of fish communities in the pelagial of the western part of the Bering Sea. // *Biology of the sea*. № 2. S.56–65.
- Shuntov, V.P., Volkov, A.F., Temnykh, O.S., Dulepova, E.P.* 1993. Walleye Pollock in Ecosystems of the Far Eastern Seas. Vladivostok: TINRO-Tsentr. 426 c.
- Kamba M.* 1977. Feeding habits and vertical distribution of walleye Pollock, *Theragra chalcogramma*, in early life stage in Uchiura Bay, Hokkaido // *Res. Inst. N. Pac. Fish. Hokkaido Univ. Spec.* P. 175–197.
- Nishiyama T., Hirano K.* 1985. Prey size and weight relations in larval walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) // *Bull. Plankton Soc. of Japan*. Vol. 32. No 1. P. 45–59

Поступила в редакцию 29.06.2022 г.  
Принята после рецензии 03.10.2022 г.