



## 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 тотальную 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 прессы 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 кювете. 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, гребневники 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 (эффаузииды, 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 продецимилле (‰) 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 (ячейка 1,2 мм) и № 14 (ячейка 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 копепоид длиной до 5 мм – 2, более 5 мм – 3; для полихет, птеропод и других малоподвижных животных – 1,0.

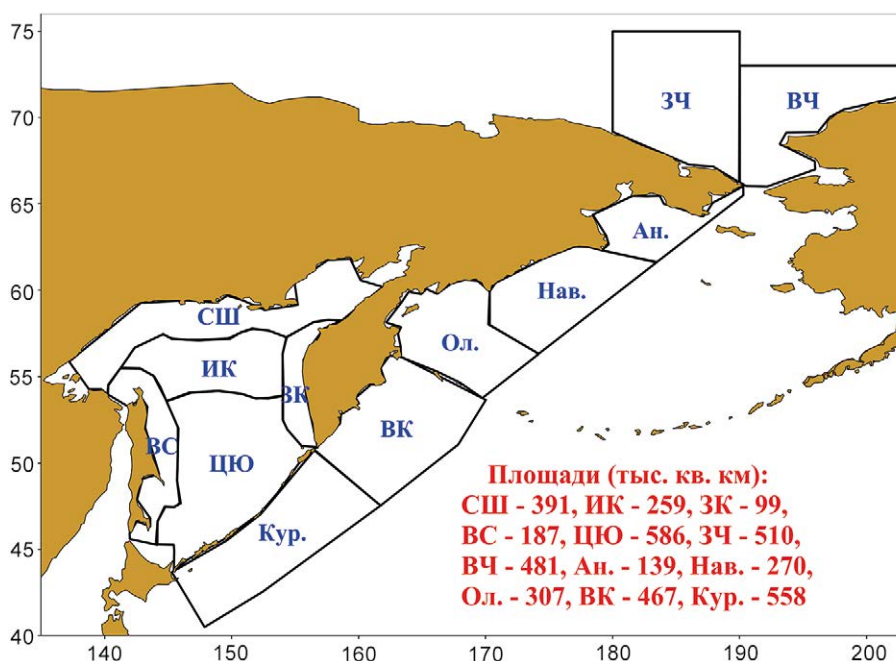
При расчётах биомассы и запасов массовых групп и видов КФ, таких как эвфаузииды, гиперииды, и копепоиды р. *Metridia* данные приводятся к ночному времени по коэффициентам, получаемым как отношение средних ночных биомасс к дневным, для всех остальных видов этого не требовалось. Эти коэффициенты

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. – Anadyr, Нав. – Navarinskiy, Ол. – Olyutorsky, 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 мелкочейный 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  $100\text{--}1000\text{ мг/м}^3$ , а если учесть скорость раз-

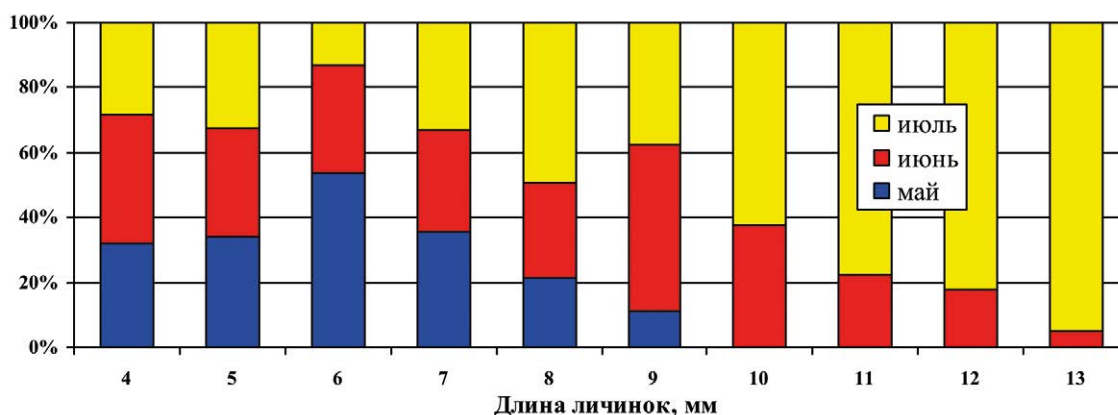


Рис. 2. Размерный состав (%) личинок минтая в восточной части Охотского моря в разные месяцы по многолетним данным [по: Максименков, 2007]

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]

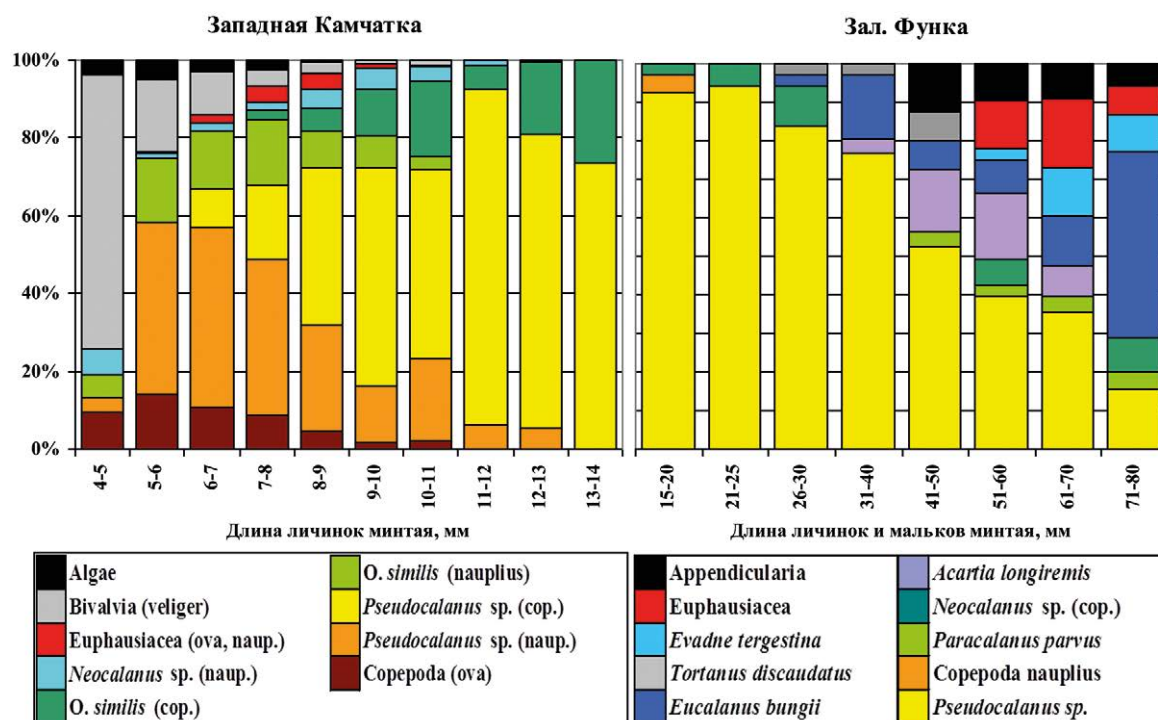


Рис. 3. Состав пищи (% от массы) личинок минтая из восточной части Охотского моря (левый рис. по: Максименков, 2007, с изменениями); личинок и сеголеток минтая из зал. Функа, Хоккайдо [Kamba, 1977, с изменениями]

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 ТИПРО-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, 2015а].

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

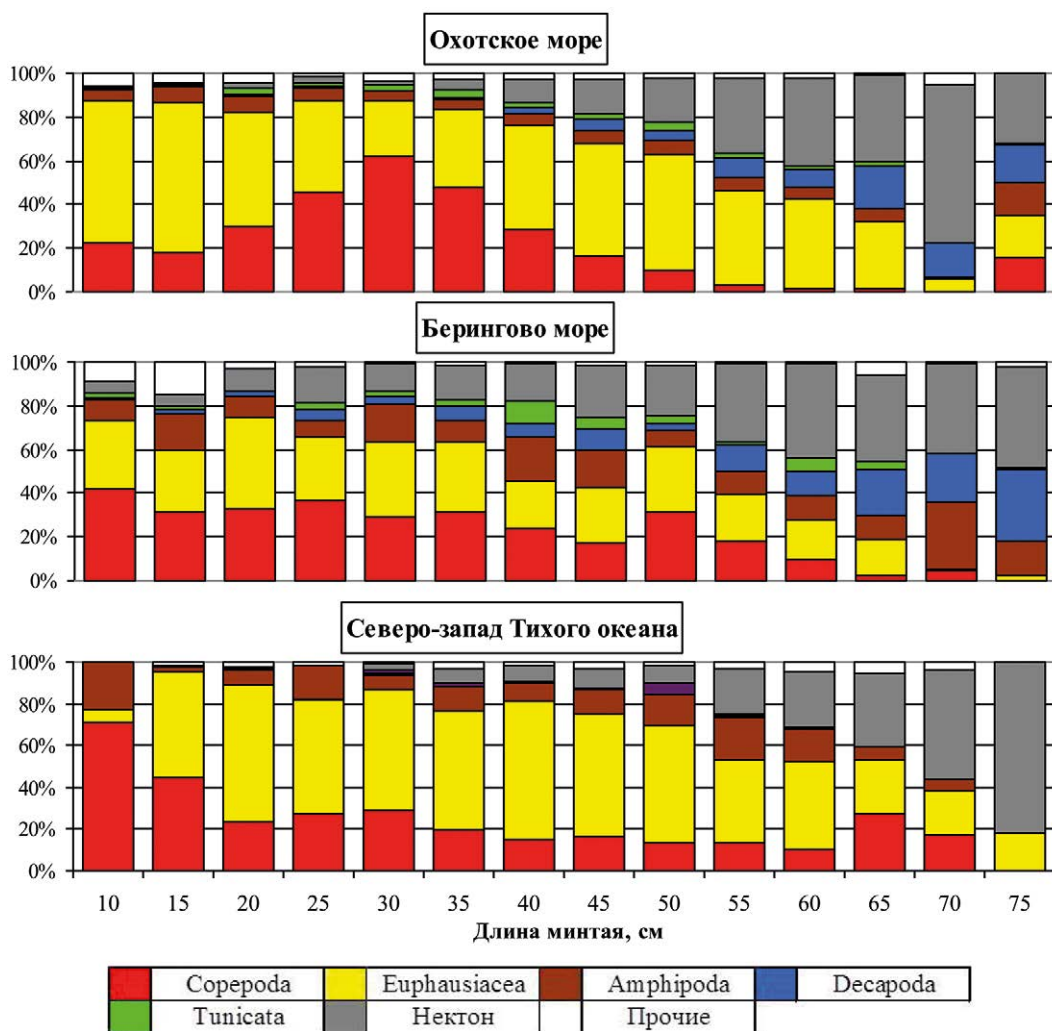


Рис. 4. Изменение состава пищи минтая в зависимости от его размеров

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 sp.</i>	<i>Euphausiacea yuv.</i>	<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 sp.</i>	<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. okhotensis* 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-

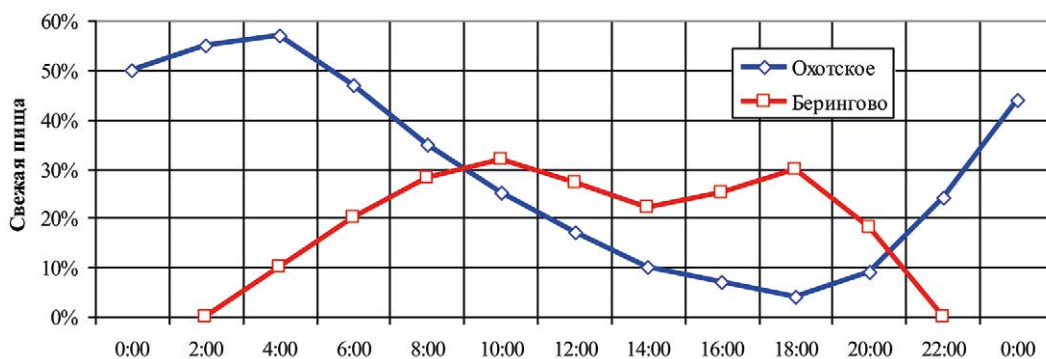


Рис. 5. Доля свежей пищи в желудках минтая в зимне-весенний период в глубоководной зоне Охотского и Берингова морей, по данным суточных станций

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 эпипелагиали, 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 копепод, 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 nekтона, 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 nekтона [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 расфасованы 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 Иона-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

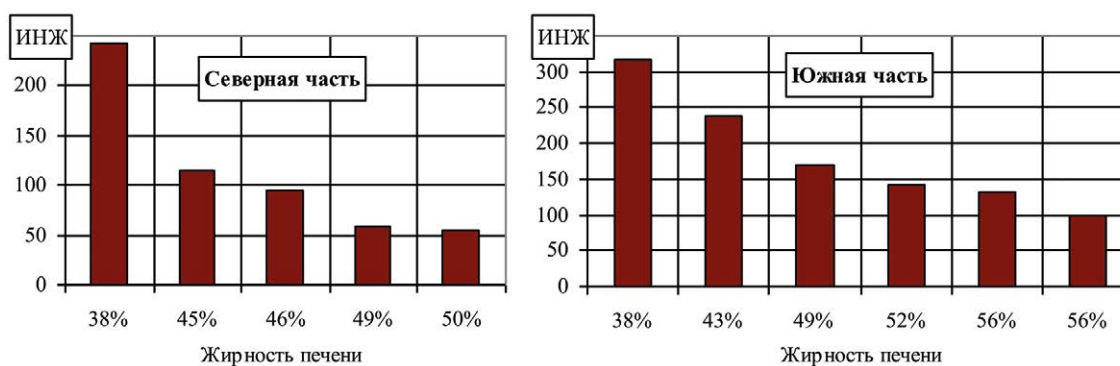


Рис. 8. Жирность печени и интенсивность питания половозрелого минтая, Охотское море, июнь-июль 1988 г. [Волков и др., 1990], районы «Основные» на рис. 1

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.** Среднегодовое сезонное количество фракций и групп крупной фракции зоопланктона в биостатистических районах, суммированное 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. 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>													
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
<b>Южная часть (район ЦЮ)</b>													
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.** Среднегодовое сезонное количество массовых видов мелкой и средней фракции зоопланктона в биостатистических районах, суммированное 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>	<i>Neocalanus</i> cop.	<i>P. minutus</i>	<i>M. okhotensis</i>	<i>M. pacifica</i>	<i>Metridia</i> cop.	<i>Acartia longiremis</i>	<i>O. similis</i>	<i>Copepoda</i> ova	<i>Copepoda</i> nauplius	<i>Euphausiacea</i> ova	<i>Euphausiacea</i> nauplius	<i>Euphausiacea</i> calyptopis	<i>Euphausiacea</i> furcilia	<i>Bivalvia</i> veliger
<b>Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК)</b>															
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

Сезон	Тыс. км <sup>2</sup>	<i>Neocalanus</i> cop.	<i>P. minutus</i>	<i>M. okhotsensis</i>	<i>M. pacifica</i>	Metridia cop.	<i>Acartia</i> <i>longiremis</i>	<i>O. similis</i>	Copepoda ova	Copepoda nauplius	<i>Euphausiacea</i> ova	<i>Euphausiacea</i> nauplius	<i>Euphausiacea</i> calyptopsis	<i>Euphausiacea</i> furcilia	<i>Bivalvia</i> 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. км <sup>2</sup>	<i>C. glacialis</i>	<i>N. plumchrus</i>	<i>N. cristatus</i>	<i>Eucalanus</i> <i>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</i> <i>elegans</i>
<b>Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК)</b>														
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
<b>Южная часть (район ЦЮ)</b>														
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

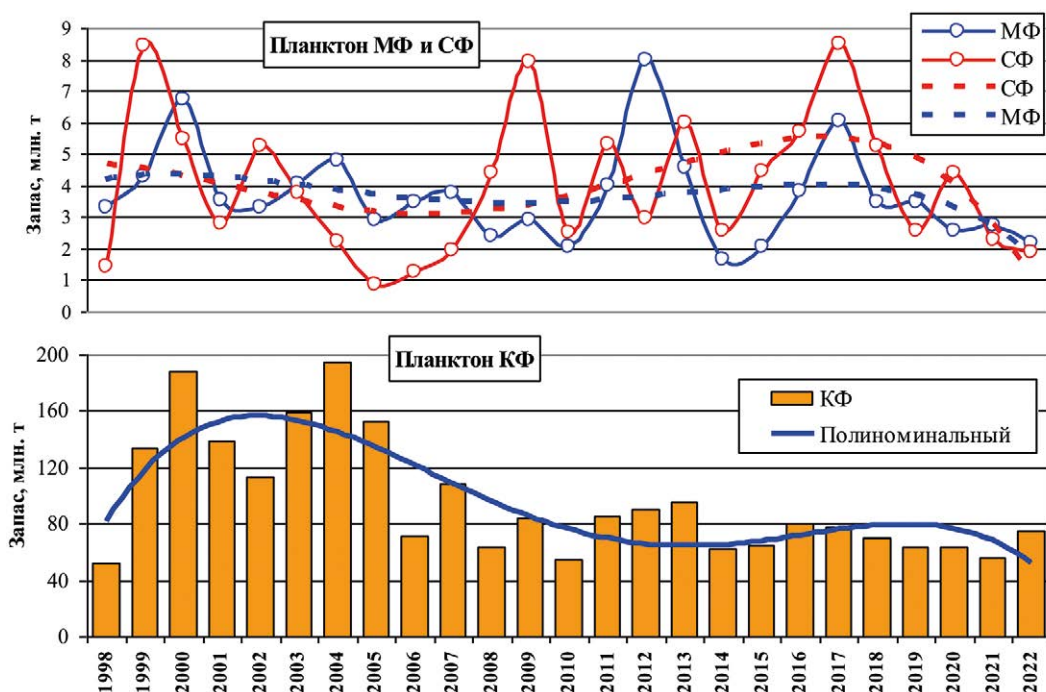
нимальным за все последующие годы, составляя 44 и 41%, зато в 1998–2000 гг. достигло максимальных величин – 77, 83, 96%. После 2008 г. также от года к году неоднократно происходили резкие изменения величины ледового покрытия моря (годы 2009, 2013, 2015, 2017–2017), но после резкого уменьшения площади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



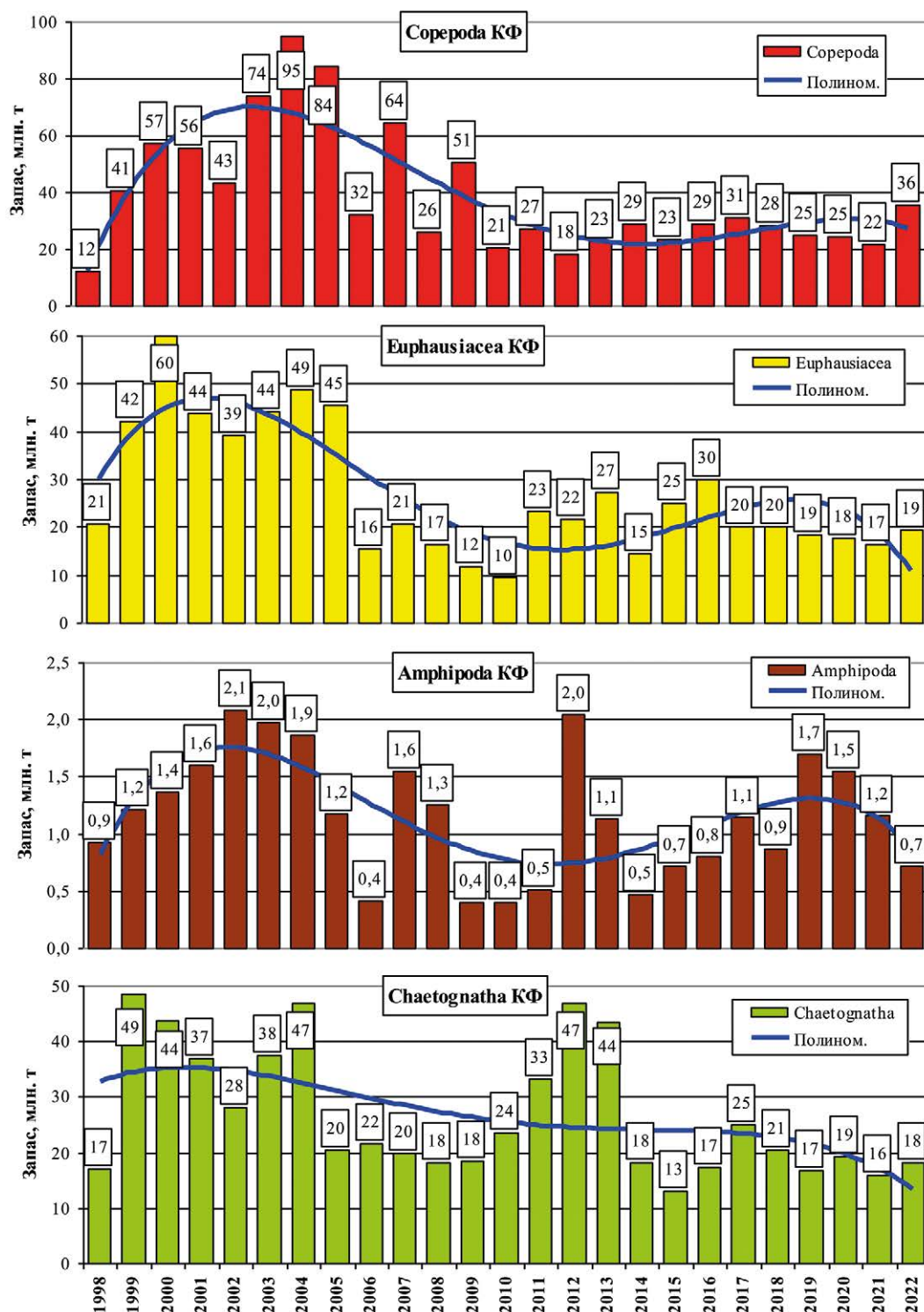
**Рис. 10.** Межгодовой ход запаса зоопланктона северной части Охотского моря в весенний период  
**Fig. 10.** Interannual variation of the stock of zooplankton in the northern part of the Sea of Okhotsk in the spring

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, мг/м<sup>3</sup>  
**Table 8.** Biomass of fractions and groups of large fractions in the northern and southern parts of the Sea of Okhotsk in spring, mg/m<sup>3</sup>

Годы	Фито	МФ	СФ	КФ	Copepoda	Euphausiacea	Mysidacea	Amphipoda	Chaetognatha	Coelenterata	Прочие	Количество станций
<b>Северная часть (районы СШ, ИК, ВС, ЗК)</b>												
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
<b>Южная часть (район ЦЮ)</b>												
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						
						Сорепода	Euphausiacea	Mysidacea	Amphipoda	Pteropoda	Chaetognatha	Coelenterata
<b>Запас, млн т</b>												
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
<b>% от МСКФ</b>			<b>% от КФ</b>									
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>Parauchaeta 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>
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
<b>% от КФ</b>														
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 откочевки молоди в океан, поэтому большая часть планктонных исследований выполняется в летне-осенний период, при этом количества зимних и весенних станций явно недостаточно для корректного исследования многолетней динамики (105 и 235 станций). Основным же требованием к исследованиям планктона здесь является определение состояния кормовой базы не «своего» минтая, а приходящего на откорм из восточных районов моря, а этому как раз и соответствуют имеющиеся материалы по летнему и осеннему периодам (2235 и 1970 станций).

Как и в Охотском море, из 12 групп КФ зоопланктона в пище минтая крупнее 25–35 см основу составляют крупные копеподы, эвфаузииды и амфиподы (преимущественно гиперииды). Mysidacea, Pteropoda и Chaetognatha здесь являются резервным кормом, который только в отдельных случаях встречается в желудках в заметном количестве. Декаподы — это преимущественно креветки *Pandalus borealis* и *P. goniurus*, которые в планктонных пробах не присутствуют, из рыб и кальмаров — это мелкие особи длиной 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 Охотского моря в табл. 9 и 10 и на рис. 10 и 11), однако, это коснулось не только копепод, эвфаузиид и амфипод, но и щетинкочелюстных, которые в пище нектона не имеют большого значения. Поэтому приходится констатировать, что в этом нельзя обвинить минтая, а скорее всего это последствия каких-то крупномасштабных климатических воздействий на систему в целом.

Общее количество восточного минтая, ежегодно нагуливающегося в Олюторском и Наваринском и частично Анадырском районах, обычно составляет от одного до полутора млн т. Грубые подсчёты показывают, 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 половозрелого минтая, крупнее 36 см, больше половины рациона составляют рыбы и креветки (рис. 15), то становится понятным, что месячных рационов имеется значительно больше. При этом не нужно забывать, что Берингово море — это подвижная система, в которой вертикальная и горизонтальная циркуляции компенсируют убыль кормовой базы вследствие выедания, которое тоже не происходит одновременно, а благодаря перемещениям скоплений рыб распределяется по акватории более равномерно. Вывод может быть только один: кормовая база западной части Берингова моря не испытывает фатального пресса со стороны минтая, даже находясь на наиболее низком уровне.

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

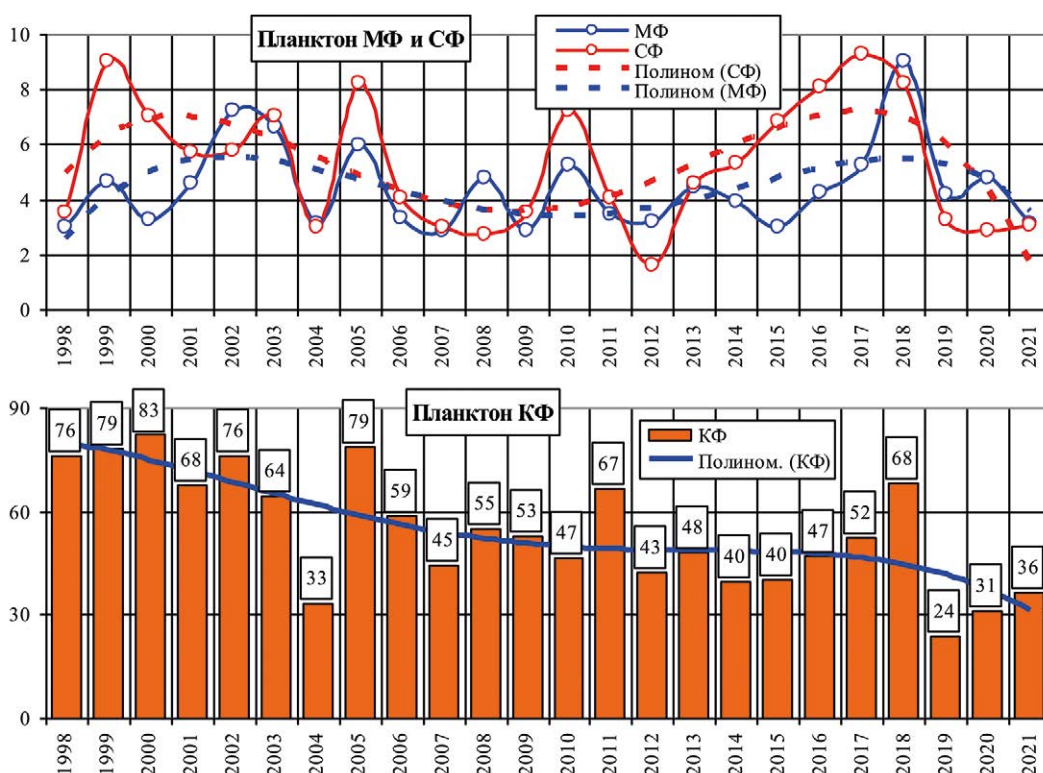
**Таблица 11.** Запас фракций и групп КФ западной части Берингова моря в летне-осенний сезон, тыс. т  
**Table 11.** Stock of fractions and groups of LF in the western part of Bering Sea in the summer-autumn season, 1,000 t

Период, годы	Фито	МФ	СФ	КФ	Сорепода	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>
<b>Олюторский</b>										
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

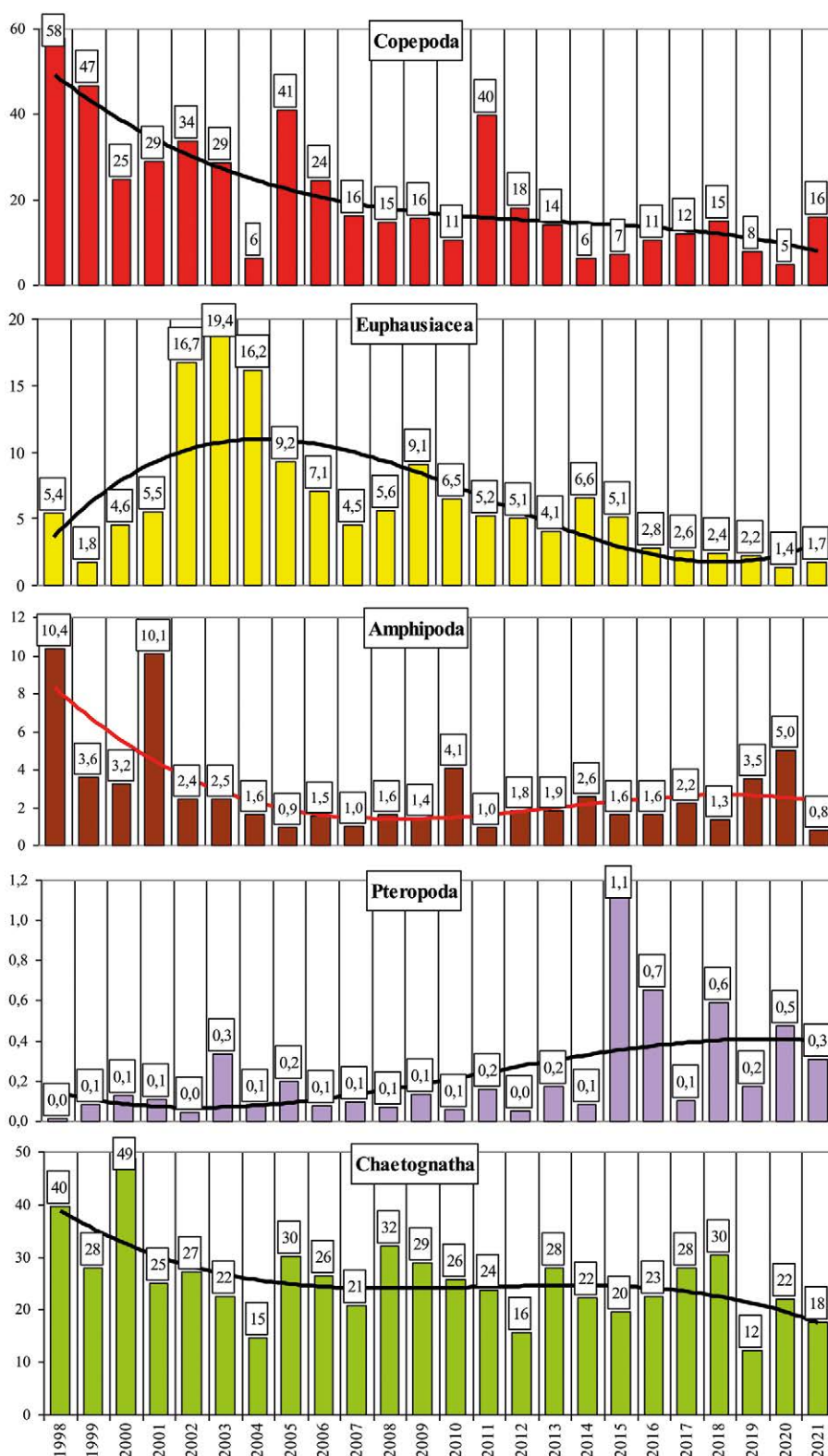


Рис. 14. Межгодовой ход запаса доминирующих групп зоопланктона КФ Олюторско-Наваринского района западной части Берингова моря в летне-осенний период, млн т (линия тренда полиномиальная 3)

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)

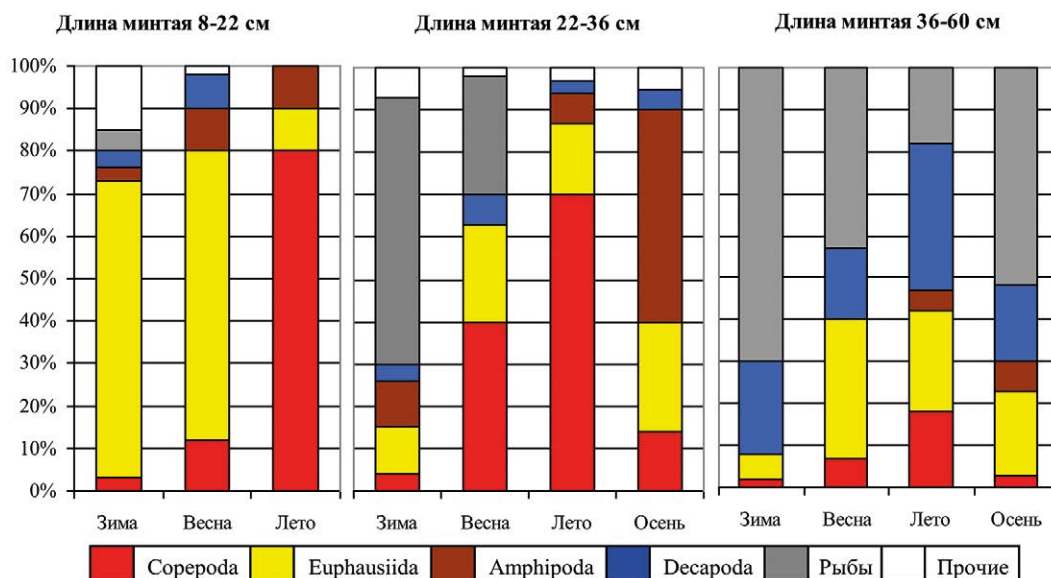


Рис. 15. Сезонная динамика питания минтая разных размеров в Олюторско-Наваринском районе [по Качиной, Савичевой, 1987]

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

Таблица 13. Среднегодовое значение 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

Размерный ряд, см	Суточный рацион, кг	Copepoda	Euphausiacea	Mysidacea	Amphipoda	Decapoda	Pteropoda	Chaetognatha	Appendicularia	Прочие	Планктон	Нектон	Кол-во 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

Размерный ряд, см	Суточный рацион, кг	Soropoda	Euphausiacea	Mysidacea	Amphipoda	Decapoda	Pteropoda	Chaetognatha	Appendicularia	Прочие	Планктон	Нектон	Кол-во 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 walleye pollock in the western Bering Sea and the northwestern Pacific Ocean of each size class during 1 day

Размерный ряд, см	Суточный рацион, кг	Soropoda	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 нанно- 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 nekтона: 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 nekтона (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 nekтона» 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 nekтона // *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 nekтона 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.Я. 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.: KamchatNIRO. 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.
- Shvydkiy G.V., Vdovin A.N. 1991. Distribution of pollock of the Sea of Okhotsk of different fatness in the summer period // Rybnoe khozaystvo. № 9. P. 33–34.
- Shvydkiy 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 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

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