

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 574.58:004.6

А.Ф. Волков*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИЕМЫ ПРИ РАБОТЕ С БАЗАМИ ДАННЫХ
ТИНРО «ЗООПЛАНКТОН СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА,
ОХОТСКОГО, БЕРИНГОВА И ЧУКОТСКОГО МОРЕЙ»,
«ТРОФОЛОГИЯ НЕКТОНА» И «МОРСКАЯ БИОЛОГИЯ»

Описана структура баз данных ТИНРО «Зоопланктон...» и «Трофология...», а также предложен ряд методических разработок для мониторинговых и других исследований нектона при использовании совместно с базой данных нектона «Морская биология». Все эти базы регулярно пополняются данными, полученными в очередных экспедициях. Базы данных «Зоопланктон...» и «Трофология...» содержат материалы по планктону и питанию нектона в 1984–2018 гг. в северной части Тихого океана (СТО), Охотском, Беринговом и Чукотском морях. Всего в базе «Трофология...» содержатся сведения по питанию 97 видов рыб и кальмаров; по количеству проб по питанию первые 5 видов (за исключением Чукотского моря) составляют 72–78 %, 10 видов — 85–88, 20 видов — 91–92 %. В составе пищи рыб и кальмаров насчитывается 156 наименований кормовых организмов, в том числе Copepoda — 27, Euphausiacea — 7, Amphipoda — 9, Decapoda — 14, Coelenterata — 6, Cephalopoda — 15, Pisces — 60, представители прочих групп — по 1–2 вида. Проведено выделение базовых биостатистических районов: в Охотском море с 14 до 33 районов (последние поделены еще на 2, в результате их стало 64), в Беринговом море вместе с новыми число районов с 13 доведено до 32, в водах СТО — с 10 до 30. Для всех районов рассчитаны площади и средние глубины слоя эпипелагиали. Обосновано применение более дробных районов в качестве интегральных станций при построении карт горизонтального распределения биологических объектов. Таблицы-матрицы по одноградусным трапециям используются при конструировании карт-таблиц, аналогичных атласам [Атлас..., 2003, 2005, 2006], карт горизонтального распределения в программе «Surfer», а также для тотальных обсчетов запасов, что достигается суммированием или осреднением полученных данных, для расчетов различных показателей обеспеченности пищей в системах типа «планктон–нектон» и т.п. Для удобства поиска нужных трапеций они пронумерованы, площади периферийных трапеций скорректированы и приведены в таблицах. В последнем разделе приведены полезные примеры и замечания.

Ключевые слова: Охотское море, Берингово, Чукотское, СТО (северная часть Тихого океана), базы «Зоопланктон», «Трофология», «Морская биология», лососи, минтай, зоопланктон, нектон.

DOI: 10.26428/1606-9919-2019-198-239-261.

* Волков Анатолий Федорович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: volkov413@yandex.ru.

Volkov Anatoly F., D.Biol., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), Shevchenko Alley, 4, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: volkov413@yandex.ru.

Volkov A.F. Opportunities and techniques of using the databases of TINRO «Zooplankton of the North Pacific, Okhotsk, Bering, and Chukchi Seas», «Nekton trophology», and «Marine Biology» // Izv. TINRO. — 2019. — Vol. 198. — P. 239–261.

Structure of the databases «Zooplankton...» and «Nekton trophology» is described and some techniques are proposed for nekton studies using these bases in conjunction with the database «Marine Biology». All three databases are regularly updated. The bases «Zooplankton...» and «Nekton trophology» contain raw data on plankton and feeding of nekton collected in the North Pacific and the Okhotsk, Bering and Chukchi Seas in 1984–2018. The «Nekton trophology» database contains information for 97 species of nekton, mostly for mass species (72–78 % of samples belong to 5 most numerous species), and 156 species of prey, including 27 species of Copepoda, 7 species of Euphausiacea, 9 species of Amphipoda, 14 species of Decapoda, 6 species of Coelenterata, 15 species of Cephalopoda, and 60 species of Pisces, other groups of prey are represented by 1–2 species. The data are spatially sorted by biostatistical areas and their sub-areas, in total 64 sub-areas in the Okhotsk Sea, 32 areas in the Bering Sea, 30 areas in the North Pacific, and 5 areas in the Chukchi Sea. Mean depth is determined for each sub-area. Method of spatial distribution mapping is demonstrated with using the sub-areas as integral stations or the 1-degree grid for Surfer software. Technique of regional inventory is explained with summarizing and averaging the data and calculation of various indicators as plankton–nekton ratio, etc. The 1-degree trapeziums are numbered for easier usage. Some useful examples are presented with the author's comments (showing his personal opinion).

Key words: Okhotsk Sea, Bering Sea, Chukchi Sea, North Pacific, zooplankton, trophology, marine biology, database, salmon, pollock, nekton.

«Нужно изучать и количественно оценивать биоэкологические связи, в первую очередь — трофические.

...Нужно знать степень самоуправляемости сообщества как такового и знать, от чего она зависит».

К.В. Беклемишев (1969, с. 246)

Введение

Начиная с 1980 г. ТИНРО осуществляет экосистемные исследования северной части Тихого океана, включая Охотское, Берингово, Японское и Чукотское моря. В результате этих исследований установлены качественные и количественные закономерности, существенно расширяющие современные знания по биологии и экологии видов нектона и планктона. Эти достижения отражены в большом количестве научных статей, монографий [Шунтов и др., 1993; Шунтов, 2001, 2016; Дулепова, 2002; Кузнецова, 2005; Чучукало, 2006а; Шунтов, Темных, 2008, 2011], кандидатских и докторских диссертаций [Волков и др., 1997; Чучукало, 2006б; Заволокин, 2014; Горбатенко, 2018; и др.], а первичные данные представлены в виде атласов [Атлас..., 2003–2006] и таблиц [Нектон..., 2003–2006; Макрофауна..., 2012а–в; Сетной зоопланктон..., 2016а–в], не имеющих аналогов в мировой практике.

При проведении комплексных исследований в экспедициях ТИНРО в Беринговом, Охотском, Чукотском морях и северной части Тихого океана (СТО) за период с 1984 г. были собраны материалы по численности и биомассе планктона (более 25 тыс. проб) и питанию рыб и кальмаров (около 35 тыс. проб) преимущественно в эпипелагиали, которые были объединены в базы данных (БД) «Зоопланктон северной части Тихого океана, Охотского, Берингова и Чукотского морей» и «Трофология нектона» в формате «Excel» и курируются лабораторией мониторинга кормовой базы и питания рыб ТИНРО. Данные по численности и биомассе видов нектона дальневосточных морей России (рыбы и кальмары) объединены в базу данных «Морская биология» (номер в гос. реестре 0220006765), которая находится в ведении лаборатории промысловой статистики и баз данных ТИНРО. Работа одновременно с тремя базами данных (планктон–нектон–трофология), созданных по материалам одних и тех же экспедиций, открывает широкие возможности при исследовании разнообразных закономерностей и проблем как прикладного, так и фундаментального характера.

Основные задачи, для выполнения которых в свое время были организованы прикладные рыбохозяйственные институты, и ТИНРО в их числе, заключались в выполнении исследований, которые способствовали бы увеличению эффективности рыбной промышленности: в разведке скоплений рыб, обнаружении новых и перспективных для промысла объектов, исследовании их биологии, возрастных и региональных особенностей, выяснении сезонной и межгодовой динамики, определении запасов, совершенствовании техники добычи и технологии переработки и т.д. Одновременно выполнялись океанологические и гидробиологические исследования, чтобы определять влияние факторов среды обитания.

Таким образом, помимо продолжения более углубленного изучения биоценозов и уточнения их отдельных элементов наблюдается перенос части интересов на мониторинг, т.е. на систему постоянного наблюдения за явлениями и процессами, происходящими в сообществах морских животных. Одним из показателей этого является в том числе переименование в ТИНРО лаборатории гидробиологии в лабораторию мониторинга кормовой базы и питания рыб. Но для того чтобы развивать работу в этом направлении, сначала следует подвергнуть ревизии накопленные ресурсы и оценить возможности их применения и место в вышепоименованной системе — мониторинге.

Результаты и их обсуждение

БД «Зоопланктон СТО, Охотского, Берингова и Чукотского морей», «Трофология нектона». Материалы по планктону и питанию нектона, полученные сотрудниками ТИНРО в многочисленных экспедициях, систематизированы и структурированы автором в вышепоименованные базы данных и им же оперативно пополняются новыми материалами, привозимыми из очередных экспедиций. Эти базы составлены по единому принципу (рис. 1, 2), что позволяет соотносить результаты и устанавливать взаимозависимость между зоопланктоном и нектоном, т.е. пищевыми объектами и кормовой базой, в данном случае зоопланктоном. В зависимости от задач в заголовок могут вводиться дополнительные графы: округленные координаты, сезоны, периоды, день, месяц, год, биотопы по глубине, нижняя эпипелагиаль и т.д. Сортировка по различным критериям облегчает и существенно расширяет возможности анализа материалов. Создавая выборочные матрицы в программе «Access», можно через запросы с помощью функции «Мастер» быстро получать таблицы суммарных или осредненных результатов по нескольким видам (до 20) одновременно. Если же интересующих видов больше, операция повторяется.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Море	Район биостат.	Район дробный	Судно	№ рейса	Порядковый №	Долгота	Широта	W-E	Станция	Проба	ЭП/ВЭП	Период лет	Сезон	Дата	Время	Глубина, м	Слой облова, м	д/н (день/ночь)	биом./числ.	Горизонт (0-2000)	Куб.м	Фитопланктон	МФ	СФ	КФ
AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	Лист 1 - виды мелкой и средней фракций. Лист 2 - виды крупной фракции, исключая графы, помеченные курсивом.													
<i>Copepoda</i>	<i>Euphausiacea</i>	<i>Mysidacea</i>	<i>Amphipoda</i>	<i>Decapoda</i>	<i>Cumacea</i>	<i>Ostracoda</i>	<i>Pteropoda</i>	<i>Coelenterata</i>	<i>Polychaeta</i>	<i>Chaetognatha</i>	<i>Tunicata</i>														

Рис. 1. Заголовок матрицы БД «Зоопланктон...» в формате «Excel»
Fig. 1. Cap of «Zooplankton...» database in .xls format

Весь планктон облавливался сетями БСД (большая сеть Джеди с площадью входного отверстия 0,1 м², фильтрующим конусом из сита № 49 с ячейей 0,168 мм) тотальными ловами в слое 200–0 м или дно–0 при глубинах менее 200 м. В лососевых рейсах дополнительно облавливался слой 50–0 м (верхняя эпипелагиаль), где преимущественно обитает и питается большинство тихоокеанских лососей. Обработка планктонных проб за отдельными исключениями выполнялась непосредственно в судовых лабораториях по фракционной методике, принятой в ТИНРО [Волков, 2008].

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Море	Район биостат.	Район дробный	Судно	№ Рейса	Порядковый №	Долгота	Широта	W-E	Глубина, м	Трал	Дата	Начало	Окончание	горизонт трала	Рыба	Вес рыбы, г	Длина рыбы, см	размерный ряд	Шт. желудков	Вес пищи 1 жел., г	% пустых ж-в (0)	% средних (1-2)	% полных ж-в (3-4)	% свежей пищи	ИНЖ о/ооо
Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	
Фитопланктон	Copepoda	Euphausiacea	Mysidacea	Amphipoda	Decapoda	Cumacea	Ostracoda	Cirripedia	Cumacea	Isopoda	Pteropoda	Heteropoda	Bivalvia	Mollusca	Coelenterata	Polychaeta	Chaetognatha	Echinodermata	Tunicata	Кальмары	Рыбы	Планктон	Нектон	Остатки пищи	

Рис. 2. Заголовок матрицы БД «Трофология...» в формате «Excel»

Fig. 2. Cap of «Nekton trophology» database in .xlsl format

Базовый состав фракций: мелкая (< 1,2 мм) — 58, средняя (1,2–3,2 мм) — 64, крупная (> 3,2 мм) — 211 составляющих зоопланктона (виды, личинки и т.п.). В состав мелкой и средней фракций входят мелкие виды и ранние стадии развития более крупных животных, в крупной фракции учитываются размерные классы: у крупных копепод их 2–3, у эвфаузиид и амфипод — до 5, у щетинкочелюстных — до 6 и т.д. Во все данные БД «Зоопланктон» введены корректирующие поправки на недолов: для планктона мелкой фракции — 1,5, средней — 2,0, крупной фракции: эвфаузииды, мизиды и щетинкочелюстные длиной до 10 мм — 2,0, 10–20 мм — 5,0, более 20 мм — 10,0; амфиподы до 5 мм — 1,5, 5–10 мм — 3,0, более 10 мм — 5,0; копеподы до 5 мм — 2,0, более 5 мм — 3,0; полихеты, мелкие медузы, птероподы, аппендикулярии — 1,0.

В БД «Зоопланктон» каждая проба занимает две строки — численность и биомасса, в БД «Трофология» — одну. Для возврата матрицы в начальное состояние строки имеют сквозную нумерацию, при пополнении баз новыми материалами нумерация продолжается независимо от времени их поступления.

Обработка проб по питанию выполнена по групповой методике, применяемой в ТИНРО с 1984 г. [Волков, 1996] и более подробно изложенной в пошаговой инструкции [Волков, 2008].

Список видов, обнаруженных в пище рыб и кальмаров, насчитывает 156 наименований, в том числе Copepoda — 27, Euphausiacea — 7, Amphipoda — 9, Decapoda — 14, Coelenterata — 6, Cephalopoda — 15, Pisces — 60, представители прочих групп — по 1–2 вида.

Ранжирование проб по видам и процентному составу в базе «Трофология...» (табл. 1) показало, что за исключением Чукотского моря в остальных морях первые 5 видов составляют 72–78 %, 10 видов — 85–88, 20 видов — 91–92 %. Эта таблица дает представление о доминантной иерархии видов и, следовательно, их роли в потреблении пищевых ресурсов и возможной конкуренции за них.

Биостатистическое районирование исследуемых акваторий. В обеих базах предусмотрена возможность получения осредненных характеристик по стандартным биостатистическим районам, без чего невозможно оценить сезонную и многолетнюю динамику в структуре планктонных сообществ и состояние кормовой базы по самым различным предикторам, по ходу исследования определить требуемые характеристики в питании рыб и кальмаров и т.д. В 1984 и 1986 гг. было проведено районирование Охотского (13 районов; позже был обособлен еще один самый южный — № 14) и Берингова (13 районов) морей и прилегающей акватории Тихого океана (10 районов), определены их границы, площади и средние глубины [Шунтов и др., 1986, 1988а, б]. Эти районы стали базовыми биостатистическими, по которым уже более 30 лет накапливаются данные, дающие возможность оперировать количественными показателями при исследовании динамики на временном и пространственном уровнях. Позже площади районов и их глубины были уточнены И.В. Волвенко [2003] и введены дополнительные характеристики. В настоящей статье автором дополнена существующая система районирования

Таблица 1

Ранжирование рыб и головоногих по общему числу проб и процентному составу в базе данных «Трофология...» в Беринговом (Б), Охотском (О) и Чукотском (Ч) морях и северной части Тихого океана (Т)

Table 1

Ranking of fishes and cephalopods by number of samples and their percentage in «Nekton trophology» database for the Bering (B), Okhotsk (O), and Chukchi (C) Seas and North Pacific (T)

Видовой состав	Число проб по питанию					Доля, %				
	Б	О	Т	Ч	Сумма	Б	О	Т	Ч	Сумма
Минтай	1298	9759	305	9	11371	10,7	54,1	7,1	2,8	32,7
Кета	3651	1088	1291	50	6080	30,0	6,0	30,1	15,3	17,5
Горбуша	1364	1277	943	36	3620	11,2	7,1	22,0	11,0	10,4
Нерка	2155	120	733	14	3022	17,7	0,7	17,1	4,3	8,7
Сельдь тихоокеанская	353	1888	26	42	2309	2,9	10,5	0,6	12,9	6,6
Виды 1–5	8821	14132	3298	151	26402	72,5	78,4	76,9	46,3	75,9
Чавыча	1108	130	177	9	1424	9,1	0,7	4,1	2,8	4,1
Кижуч	427	196	207	0	830	3,5	1,1	4,8	0	2,4
Мойва	115	349	14	25	503	0,9	1,9	0,3	7,7	1,4
Серебрянка	50	346	25	0	421	0,4	1,9	0,6	0	1,2
Треска	232	153	25	6	416	1,9	0,8	0,6	1,8	1,2
Виды 6–10	1932	1174	448	40	3594	15,8	6,4	10,4	12,3	10,3
Виды 1–10	10753	15306	3746	191	29996	88,3	84,8	87,3	58,6	86,2
Палтус черный	130	157	0	0	287	1,1	0,9	0	0	0,8
Камбала палтусовидная	83	191	0	0	274	0,7	1,1	0	0	0,8
Сима	0	254	2	0	256	0	1,4	0	0	0,7
Кальмар северный	16	150	82	0	248	0,1	0,8	1,9	0	0,7
Сайка	126	0	0	54	180	1,0	0	0	16,6	0,5
Виды 11–15	355	752	84	54	1245	2,9	4,2	1,9	16,6	3,5
Камбала четырехбугорчатая	55	123	0	0	178	0,5	0,7	0	0	0,5
Камбала сахалинская	28	135	0	0	163	0,2	0,7	0	0	0,5
Кальмар командорский	68	67	15	0	150	0,6	0,4	0,3	0	0,4
Макрурус малоглазый	129	10	0	0	139	1,1	0,1	0	0	0,4
Стенобрах светлоперый	44	27	63	0	134	0,4	0,1	1,5	0	0,4
Виды 16–20	324	362	78	0	764	2,8	2,0	1,8	0	2,2
Виды 1–20	11432	16420	3908	245	32005	94,0	91,0	91,0	75,2	91,9
Виды 21–40	468	912	191	52	1623	3,8	5,1	4,4	16,0	4,7
Прочие виды (97)	263	700	197	29	1189	2,2	3,9	4,6	8,8	3,4
Всего проб	12163	18032	4296	326	34817					

акваторий: в Беринговом море выделены районы 53–65, в Тихом океане — районы 79–95, проведены границы и определены площади поверхности.

На прилагаемых к БД «Зоопланктон...» картах-бланках автором проведено дополнительное подразделение стандартных районов на более мелкие подрайоны (рис. 3, 4). При построении карт, графиков и таблиц эти подрайоны удобно использовать в качестве интегральных станций (табл. 2–4), отражающих качественную и количественную динамику и разномасштабные особенности горизонтального распределения.

В зависимости от выполняемых задач станциями может быть охвачена только часть района: в весенних минтайных съемках они выполняются только в восточной части самого большого района 9 (Центральная котловина). При этом центральные точки таких дробных подрайонов могут использоваться как интегральные станции при построении карт горизонтального распределения самых разных объектов: биомассы,

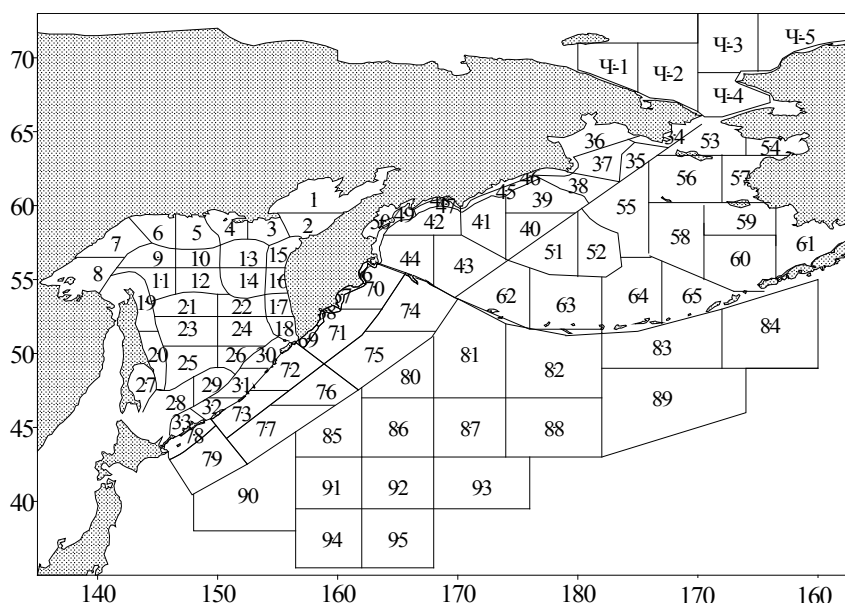


Рис. 3. Районы осреднения информации: Охотское море — 1–33, Берингово — 34–65, СТО — 66–95, Чукотское море — Ч-1–Ч-5

Fig. 3. Areas of data averaging in the Okhotsk Sea (1–33), Bering Sea (34–65), North Pacific (66–95), and Chukchi Sea (Ч-1–Ч-5)

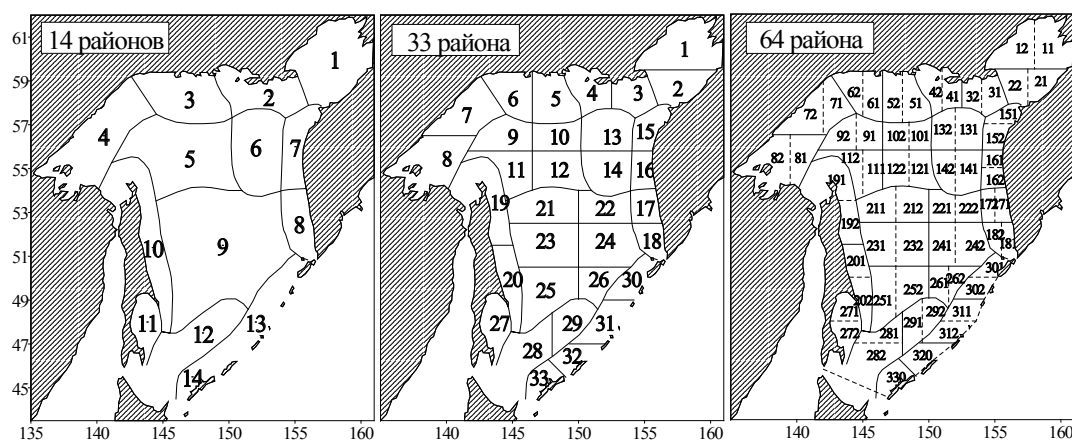


Рис. 4. Три типа районирования Охотского моря: 14 районов — базовое, 33 и 64 — дополнительные (для обозначения новых подрайонов к номерам 33 районов добавлены цифры 1 и 2)

Fig. 4. Schemes of the Okhotsk Sea dividing to 14 biostatistical areas, to 33 sub-areas, and to 64 sub-areas

численности, индексов наполнения желудков, океанологических показателей (температуры, солености, ледовитости и т.д.). Построение схем горизонтального распределения по данным различной степени осреднения (рис. 4) помогает выявлению наличия генеральных особенностей на видовом, региональном и других уровнях, выбранных исследователем. При этом можно выделять отдельные фрагменты базы во временные матрицы и работать над ними, вводя новые графы или уменьшая количество базовых в зависимости от замысла исследователя.

Особенно полезным такой прием представляется, когда требуется избавиться от мелких «шумов» и выявить крупномасштабные закономерности, как это показано на примере эвфаузииды *Thysanoessa raschii* (рис. 5) и других видов Охотского и Берингова морей и СТО [Волков, 2015а, б, 2018].

Таблица 2

Координаты центральных точек районов Охотского моря

Table 2

Coordinates of the central points for sub-areas in the Okhotsk Sea

Район	Долгота, ° В.Д.	Широта, ° С.Ш.	Район	Долгота, ° В.Д.	Широта, ° С.Ш.	Район	Долгота, ° В.Д.	Широта, ° С.Ш.	Район	Долгота, ° В.Д.	Широта, ° С.Ш.
14 районов			14	152,50	55,00	51	149,00	58,00	192	144,00	52,50
1	158,00	60,00	15	155,00	56,75	52	147,30	58,00	201	144,50	50,80
2	153,00	58,30	16	155,00	55,00	61	145,80	58,00	202	145,00	49,00
3	147,00	58,20	17	155,00	53,25	62	144,30	58,50	211	146,00	53,20
4	140,50	56,50	18	155,50	51,75	71	143,00	58,00	212	148,80	53,20
5	147,00	55,50	19	144,00	53,50	72	141,00	57,50	221	151,00	53,20
6	152,00	56,00	20	145,00	50,00	81	140,30	55,50	222	153,00	53,20
7	155,00	56,00	21	147,50	53,25	82	138,50	55,50	231	146,00	51,50
8	155,30	52,50	22	152,00	53,25	91	145,50	56,50	232	148,80	51,50
9	149,50	51,50	23	147,50	51,75	92	143,50	56,50	241	151,00	51,50
10	144,20	51,40	24	152,00	51,75	101	149,30	56,50	242	153,50	51,50
11	143,80	48,00	25	147,50	49,50	102	147,50	56,50	251	146,50	49,00
12	148,00	47,50	26	151,50	50,00	111	146,00	55,00	252	148,80	49,50
13	152,00	48,00	27	144,00	48,00	112	144,00	55,50	261	150,80	49,80
14	147,20	45,50	28	146,50	46,75	121	149,30	55,00	262	152,00	50,00
33 района			29	149,50	48,00	122	147,50	55,00	271	144,00	48,50
1	158,00	60,50	30	154,00	50,00	131	153,00	56,80	272	144,00	47,50
2	157,50	58,70	31	152,00	48,00	132	151,00	56,80	281	147,00	47,50
3	154,50	58,50	32	149,50	46,50	141	153,00	55,00	282	146,00	46,50
4	151,00	58,50	33	147,00	45,50	142	151,20	55,00	291	148,80	48,00
5	148,25	58,25	64 района			151	156,00	57,50	292	150,50	48,50
6	145,00	58,25	11	159,00	60,50	152	155,00	56,40	301	155,00	50,50
7	141,50	57,50	12	157,00	60,50	161	155,00	55,40	302	153,50	49,50
8	140,00	55,50	21	158,50	59,00	162	155,00	54,50	311	152,50	48,50
9	145,00	56,50	22	156,50	58,80	171	155,50	53,40	312	151,50	47,50
10	148,50	56,50	31	155,00	58,50	172	154,50	53,40	320	149,50	46,50
11	145,25	55,00	32	153,30	58,30	181	156,00	51,60	330	147,50	45,50
12	148,50	55,00	41	151,80	58,30	182	155,00	52,00			
13	152,50	56,50	42	150,50	58,50	191	143,00	54,50			

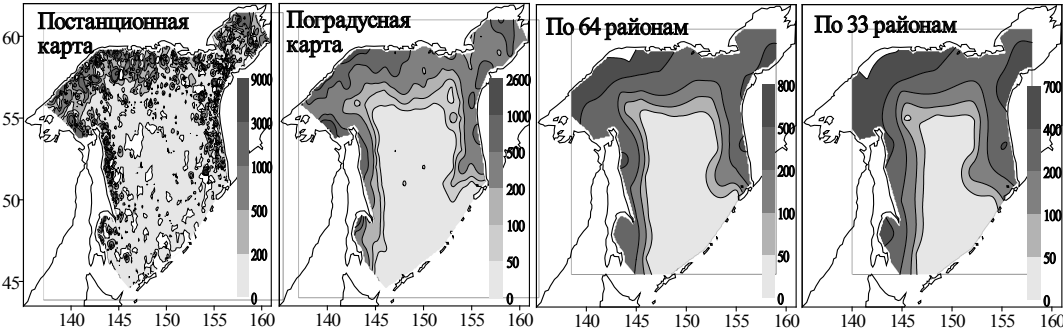


Рис. 5. Горизонтальное распределение *Thysanoessa raschii*

Fig. 5. Spatial distribution of *Thysanoessa raschii*

Распределение планктонных и трофологических станций по исследуемым акваториям и биостатистическим районам. В табл. 5 приведено помесечное количество станций из базы «Зоопланктон...» и проб из базы «Трофология...», а на рис. 6 — количество станций по питанию в биостатистических районах.

Таблица 3

Координаты центральных точек районов Берингова и Чукотского морей и СТО

Table 3

Coordinates of the central points for areas in the Bering and Chukchi Seas and North Pacific

Район	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.	Район	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.	Район	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.	Район	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.
13 р-нов Берингова моря			40	176,00	58,50	61	199,00	57,50	75	163,00	50,00
1	188,00	64,80	41	172,00	59,00	62	174,00	54,00	76	159,00	47,50
2	181,40	64,50	42	168,00	59,00	63	179,00	53,40	77	154,00	45,00
3	182,00	63,00	43	170,50	56,00	64	185,00	54,00	78	148,00	44,50
4	184,80	63,20	44	166,00	56,50	65	189,50	54,00	79	149,50	43,00
5	180,00	61,43	45	174,00	61,00	Чукотское море			80	166,00	48,50
6	173,50	61,50	46	176,00	62,00	Ч-1	183,00	69,50	81	171,00	50,00
7	174,00	61,00	47	169,00	60,10	Ч-2	187,50	69,00	82	178,00	49,00
8	175,00	59,50	48	168,50	60,50	Ч-3	192,50	71,00	83	187,00	50,50
9	169,00	60,10	49	165,50	59,50	Ч-4	192,50	67,50	84	196,00	52,00
10	163,50	59,00	50	163,50	59,00	Ч-5	198,50	71,50	85	159,50	44,50
11	165,50	59,50	51	178,00	57,00	СТО			86	165,00	45,00
12	168,00	57,00	52	181,50	57,00	66	162,00	55,50	87	171,00	45,00
13	180,00	57,00	53	191,00	64,50	67	160,30	54,00	88	178,00	45,00
32 р-на Берингова моря			54	196,00	64,00	68	159,00	52,90	89	187,00	47,00
34	188,00	64,80	55	184,00	60,00	69	157,50	51,00	90	152,50	40,50
35	184,80	63,20	56	189,00	62,00	70	163,00	54,50	91	159,50	41,00
36	181,40	64,50	57	193,50	62,00	71	160,00	51,50	92	165,00	41,00
37	182,00	63,00	58	188,50	58,00	72	156,00	49,00	93	172,00	41,00
38	180,00	61,40	59	194,00	59,00	73	152,00	46,00	94	159,50	37,50
39	177,00	60,50	60	193,50	56,50	74	166,00	53,00	95	165,00	37,50

Неравномерность распределения станций в течение года и по акватории обусловлена, безусловно, физической возможностью проведения съемок (например, уровнем ледовитости), но главным образом тем, что подавляющее большинство съемок было «тематическим» или «объектным», т.е. связанным с учетом профилирующих промысловых или перспективных для промысла видов. В Охотском море это весенние «минтайные» съемки: 5710 планктонных станций только в марте-июне из 11223 и 9653 проб (табл. 5, рис. 7) по питанию из 18024 — и летне-осенние — «сельдевые» и «лососевые». В Беринговом море основное количество материала приходится на август-октябрь, что связано с интенсификацией работ по исследованию тихоокеанских лососей, в том числе по программе NPAFC с 2002 г.: 3765 планктонных станций из 5619 и 9836 проб по питанию из 12127. В районах СТО также преобладающими были «лососевые» съемки. Однако во время съемок учитывались все без исключения рыбы и кальмары из траловых ловов и отбирались пробы по питанию, поэтому количественный и качественный состав трофологических материалов в определенной степени отражает реальный размерно-возрастной состав массовых видов нектона (в качестве примера приведена табл. 6). Этот прием был применен ранее по отношению к минтаю [Волков, 2015в].

Распределение планктонных и трофологических станций по акваториям (рис. 8) показывает, что в российской зоне их плотность была значительно выше, чем вне ее, отсюда следует и различная степень репрезентативности получаемых данных. Тем не менее даже небольшие по объему материалы могут дать общее представление о количестве и составе пищи обитающих там представителей нектона. На рис. 8 видно, что пробы по питанию отбирались из результативных тралений практически одновременно с планктоном.

Таблица 4

Площади и средние глубины эпипелагиали в районах Охотского, Берингова и Чукотского морей и СТО (площади базовых районов по И.В. Волвенко [2003])

Table 4

Size and mean depth for the areas in the Okhotsk, Bering, and Chukchi Seas and North Pacific (the size — from: Volvenko, 2003)

Район	Площадь, тыс. км ²	Глубина ЭП, м	Район	Площадь, тыс. км ²	Глубина ЭП, м	Район	Площадь, тыс. км ²	Глубина ЭП, м	Район	Площадь, тыс. км ²	Глубина ЭП, м	Район	Площадь, тыс. км ²	Глубина ЭП, м
Охотское			21	59,7	200	41	70,7	200	62	118,5	140	82	294,9	190
1	82,6	96	22	41,4	200	42	57,3	200	63	164,0	200	83	232,7	190
2	40,0	96	23	77,0	200	43	109,1	200	64	151,2	200	84	317,0	188
3	29,1	150	24	69,3	200	44	83,0	200	65	104,8	200	85	161,3	200
4	35,9	130	25	69,1	200	45	15,2	138	СТО			86	213,6	200
5	43,6	145	26	35,8	200	46	14,1	45	66	4,4	141	87	213,6	200
6	40,0	125	27	55,7	100	47	9,2	143	67	7,9	124	88	284,8	200
7	47,7	130	28	90,0	190	48	4,7	97	68	5,8	124	89	500,1	200
8	72,3	110	29	43,1	200	49	16,8	141	69	7,5	106	90	337,2	200
9	40,0	188	30	31,1	190	50	26,6	44	70	74,3	200	91	230,4	200
10	32,5	200	31	15,5	200	51	93,1	200	71	89,6	200	92	230,4	200
11	44,8	183	32	29,3	192	52	82,8	200	72	87,5	194	93	367,8	200
12	42,7	200	33	24,3	196	53	63,4	36	73	65,6	194	94	247,0	200
13	65,0	200	Берингово			54	31,1	17	74	84,6	198	95	247,0	200
14	34,0	200	34	19,5	39	55	132,3	80	75	192,9	198	Чукотское		
15	32,0	105	35	27,3	80	56	113,5	55	76	116,6	200	1ч	61,9	46
16	22,1	127	36	48,4	51	57	54,1	23	77	112,9	200	2ч	102,6	50
17	21,2	125	37	44,3	92	58	130,9	74	78	39,3	154	3ч	89,5	100
18	23,9	144	38	37,1	164	59	82,2	35	79	136,2	200	4ч	85,7	63
19	88,9	136	39	69,2	200	60	143,3	65	80	120,4	192	5ч	95,7	128
20	42,4	140	40	64,1	200	61	107,3	54	81	276,3	200			

Примечание. ЭП — эпипелагиаль. При построении карт в программе «Surfer» географические координаты предлагается переводить в десятичный формат по формуле, составленной сотрудником ТИНРО Н.Е. Кравченко: «=(ОТБР(А1)+(А1-ОТБР(А1)))/0,6», обратный перевод можно осуществить по той же формуле, изменив знак деления на умножение; время из десятичного формата во временной переводить по формуле, составленной сотрудником ТИНРО И.В. Волвенко: «=ВРЕМЯ(ОКРВНИЗ(А1;1);ПРАВСИМВ(А1*100;2);0)», для обратного перевода также достаточно знак умножения поменять на знак деления.

В настоящее время еще около 20 % материалов по питанию не перенесены с бумажных носителей на электронные, на завершение потребуется еще 2–3 года из-за трудоемкости этого процесса.

Осреднение данных по одноградусным трапециям. Далеко не всегда исходные данные — в первую очередь это номера станций и координаты — совпадают во всех трех базах, поэтому при наличии достаточно большого банка данных соответствующие элементы следует перевести в единый формат — одноградусный, тогда дальнейшие расчеты по связям нектон — питание — кормовая база будут близки к средневзвешенным.

Чтобы персонифицировать каждую из одноградусных трапеций, они были пронумерованы в направлении с запада на восток и с юга на север (рис. 9–12). В Охотском море таковых оказалось 233, в Беринговом 382, в Чукотском 119, в СТО 992 (в СТО нумерацией охвачена акватория «с запасом на перспективу»). Это необходимо прежде всего для упрощения обозначения трапеций: вместо долготы и широты достаточно назвать номер (в качестве примера см. табл. 7). Площади всех одноградусных трапеций по широте (от 32 до 75° с.ш.) приведены в табл. 8, площади периферийных трапеций скорректированы в табл. 9.

Таблица 5

Помесячное число зоопланктонных станций в БД «Зоопланктон...»
и проб по питанию в БД «Трофология...»

Table 5

Monthly number of zooplankton samples in «Zooplankton...»
database and food samples in «Nekton trophology» database

Море	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноябрь	Дек.	Всего
Зоопланктон													
Берингово	19	1	0	104	82	582	694	857	1857	1051	267	105	5619
Охотское	65	69	481	2025	2546	658	939	1175	668	1254	913	430	11223
Чукотское	0	0	0	0	41	0	0	19	84	1	0	0	145
СТО	84	70	601	167	47	621	477	252	192	110	200	134	2955
Все моря	168	140	1082	2296	2716	1861	2110	2303	2801	2416	1380	669	19942
Трофология													
Берингово	0	0	1	20	31	671	1782	2099	4328	2904	291	0	12127
Охотское	250	328	845	3385	4765	658	2322	2452	983	524	860	652	18024
Чукотское	0	0	0	0	0	0	3	4	273	0	0	0	280
СТО	52	193	301	187	67	638	1060	472	514	276	349	240	4349
Все моря	302	521	1147	3592	4863	1967	5167	5027	6098	3704	1500	892	34780

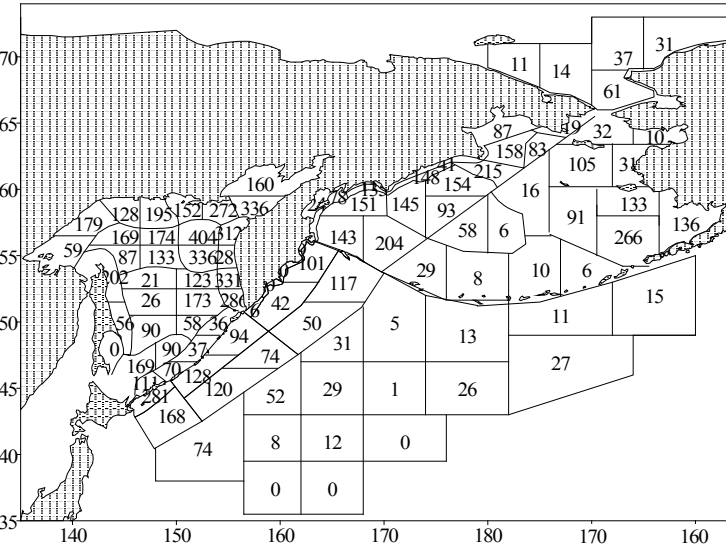


Рис. 6. Количество станций по питанию в биостатистических районах

Fig. 6. Number of trophological samples, by biostatistical areas

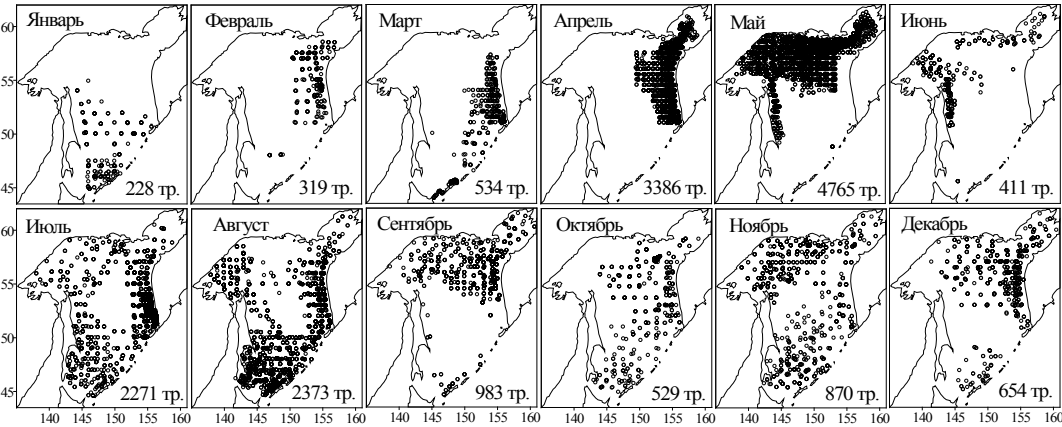


Рис. 7. Положение в Охотском море траловых станций, на которых были отобраны пробы по питанию: в феврале-мае пробы по питанию собраны почти исключительно в минтайных съемках

Fig. 7. Position of trawl stations with nekton food sampling in the Okhotsk Sea (the samples collected in February-May are almost exclusively for walleye pollock)

Таблица 6

Доля размерных классов в биомассе трех видов лососей, рассчитанная по данным
БД «Трофология...», %

Table 6

Size classes percentage in the biomass of three salmon species calculated using
«Nekton trophology» database

Море	Горбуша				Кета						Нерка				
	10–20 см, 39 г	20–35 см, 208 г	35–50 см, 1202 г	50–60 см, 1920 г	7–15 см, 32 г	15–20 см, 64 г	20–40 см, 441 г	40–60 см, 1667 г	60–75 см, 3729 г	75–83 см, 6802 г	10–20 см, 60 г	20–30 см, 161 г	30–40 см, 552 г	40–50 см, 1140 г	50–70 см, 1999 г
Берингово	3,6	6,1	80,1	10,3	0,0	0,6	10,5	61,7	26,3	0,9	1,2	4,5	27,6	38,1	28,7
Охотское	0,2	5,7	71,3	22,9	0,0	0,3	4,2	37,5	57,6	0,4	0,9	5,0	1,8	13,9	78,4
СТО	0,0	5,2	79,3	15,4	0,0	0,0	5,5	64,9	29,1	0,5	0	2,8	10,7	42,3	44,3

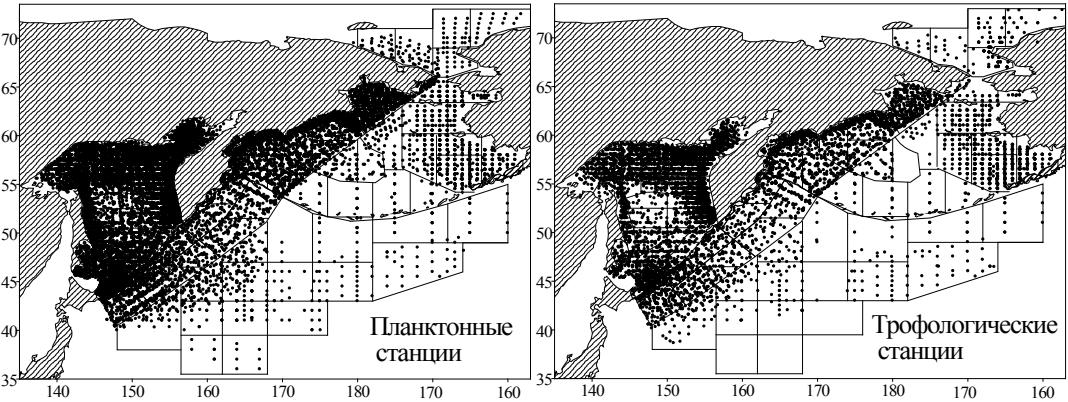


Рис. 8. Точки планктонных и трофологических станций

Fig. 8. Scheme of plankton and trophology samplings

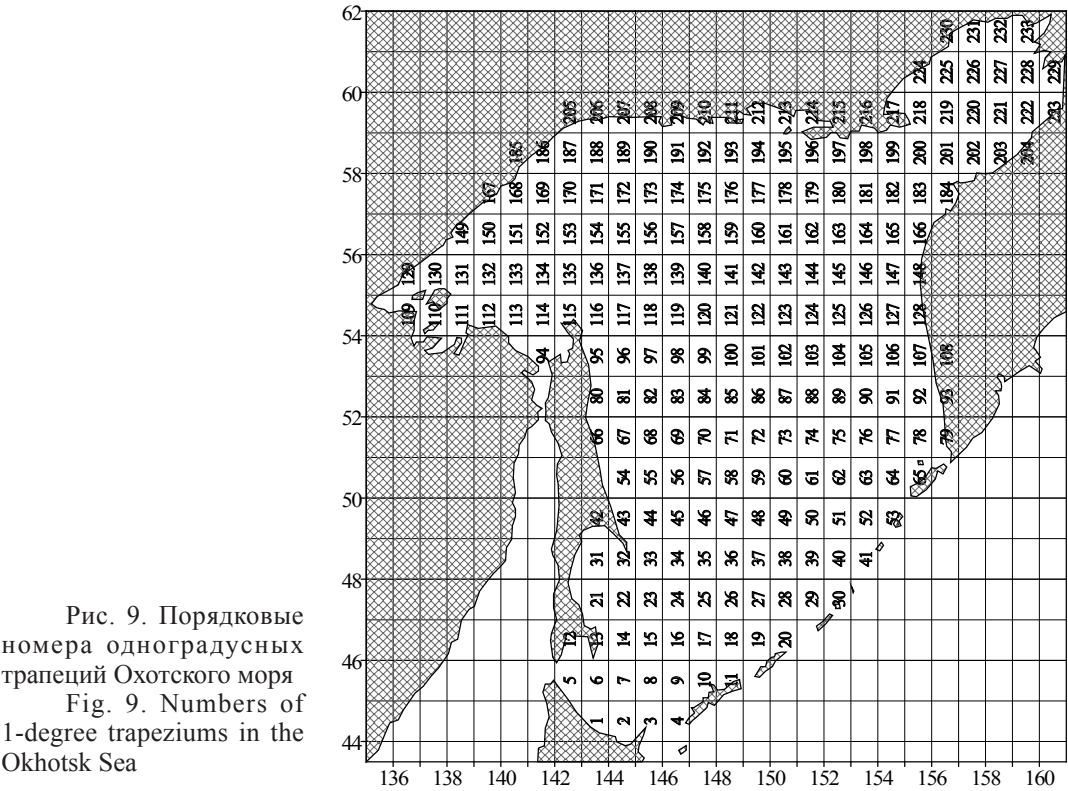


Рис. 9. Порядковые
номера одноградусных
трапеций Охотского моря
Fig. 9. Numbers of
1-degree trapeziums in the
Okhotsk Sea

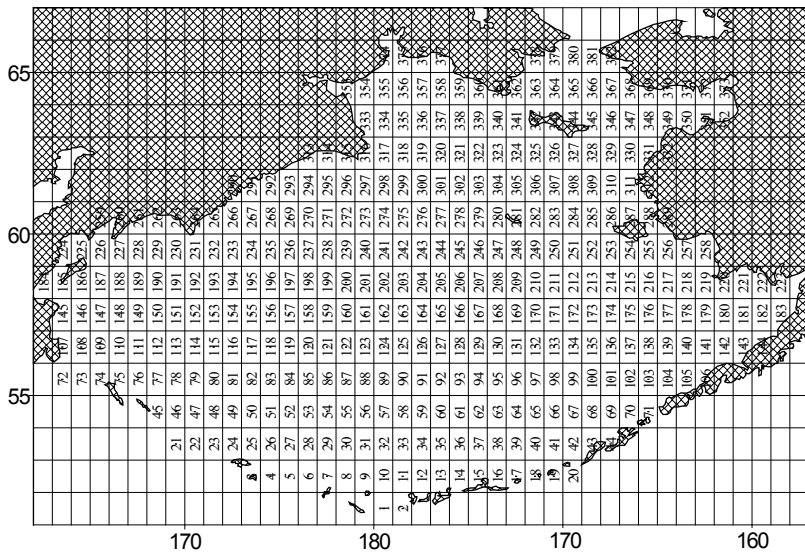


Рис. 10. Порядковые номера одноградусных трапеций Берингова моря
Fig. 10. Numbers of 1-degree trapeziums in the Bering Sea

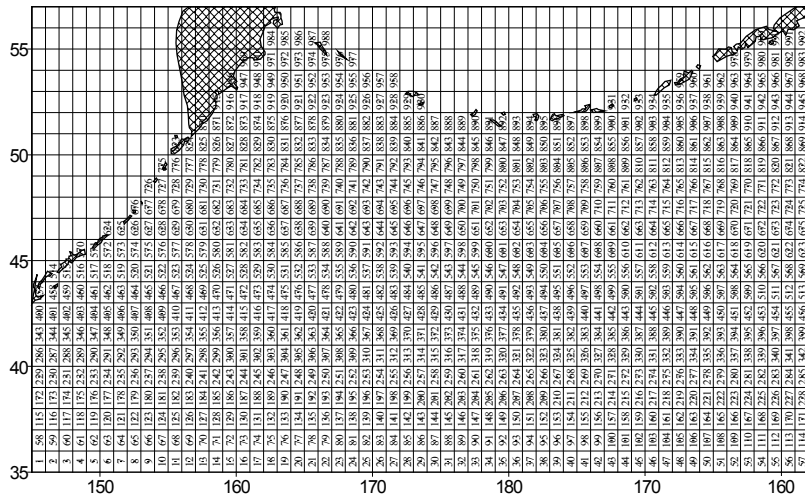


Рис. 11. Порядковые номера одноградусных трапеций СТО
Fig. 11. Numbers of 1-degree trapeziums in the North Pacific

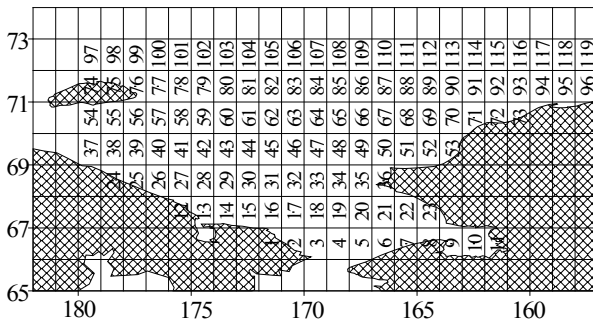


Рис. 12. Порядковые номера одноградусных трапеций Чукотского моря
Fig. 12. Numbers of 1-degree trapeziums in the Chukchi Sea

Для приведения данных в систему трапеций нужно выполнить следующие операции.

1. Из базы данных сделать выборку по морю или его части в зависимости от поставленных задач: по биомассе или численности групп или видов, по времени, году или периоду и т.д.
2. В координатах цифры после запятой заменить на «5», тогда они будут соответствовать центрам трапеций.

Таблица 7

Фрагмент матрицы: нумерация трапеций с указанием площадей, скорректированных по отношению к периферийным

Table 7

Calculating matrix fragment: trapeziums numbers and sizes

Охотское море					Берингово море					СТО				
№	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.	Доля, %	Площадь, тыс. км ²	№	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.	Доля, %	Площадь, тыс. км ²	№	Долгота, ° в.д.	Широта, ° с.ш.	Доля, %	Площадь, тыс. км ²
1	143,5	44,5	65	5,85	1	180,5	51,5	100	6,95	1	145,5	35,5	100	10,55
2	144,5	44,5	95	8,55	2	181,5	95,5	95	6,07	2	146,5	35,5	100	10,55
3	145,5	44,5	30	2,70	3	173,5	90,5	90	6,88	3	147,5	35,5	100	10,55
4	146,5	44,5	10	0,90	4	174,5	52,5	100	7,64	4	148,5	35,5	100	10,55
....														
231	157,5	61,5	75	4,52	379	189,5	75,5	80	4,33	989	198,5	55,5	45	3,21
232	158,5	61,5	90	5,43	380	190,5	65,5	100	5,41	990	199,5	55,5	70	4,99
233	159,5	61,5	80	4,82	381	191,5	65,5	100	5,41	991	200,5	55,5	90	6,41
234	160,5	61,5	15	0,90	382	192,5	65,5	65	3,51	992	201,5	55,5	100	7,12

Таблица 8

Площади одноградусных трапеций на 32–75° с.ш., км²

Table 8

Size of 1-degree trapeziums between 32–75°N, km²

Широта	Площадь	Широта	Площадь	Широта	Площадь	Широта	Площадь
32	11067	43	9170	54	7299	65	5407
33	10895	44	8998	55	7124	66	5238
34	10722	45	8825	56	6947	67	5069
35	10550	46	8610	57	6767	68	4900
36	10377	47	8455	58	6586	69	4731
37	10205	48	8297	59	6386	70	4562
38	10032	49	8137	60	6217	71	4393
39	9860	50	7974	61	6029	72	4224
40	9687	51	7809	62	5914	73	4054
41	9515	52	7641	63	5745	74	3885
42	9343	53	7471	64	5576	75	3716

3. Преобразовать матрицу в формат «Access», после чего сделать запрос и при помощи функции «Мастер» (или «Конструктор», что несколько трудозатратнее) получить осредненные данные по запрошенным объектам, при этом количество строк будет соответствовать количеству трапеций исследуемой акватории.

4. Расположить ряды по вертикали по широте и долготе в порядке убывания и привести в соответствие с номерами, присвоенными всем трапециям акватории, приведенным в БД. К базам «Зоопланктон» и «Трофология» для каждого моря прилагаются матрицы, включающие номера и координаты одноградусных трапеций, их полные и скорректированные площади.

Исходя из прилагаемых значений пронумерованных трапеций и значений биомасс рыб, планктона, размеров потребленной пищи и т.п. рассчитывается их запас, как в табл. 10 (биомассы в килограммах на квадратный километр в одноградусных трапециях из карт [Атлас..., 2003] были пересчитаны на тысячи тонн). Выборочно данные можно компоновать как состав видов планктона для одного вида nekтона или основные виды nekтона по отношению к одному виду планктона. Вариаций может быть много в зависимости от решаемых задач.

Полученные матрицы используются при конструировании карт-таблиц, аналогичных Атласу... [2003], карт горизонтального распределения в программе «Surfer»,

Таблица 9

Площади периферийных трапеций Охотского, Берингова и Чукотского морей и СТО, тыс. км²

Table 9

Size of peripheral trapeziums in the Okhotsk, Bering, and Chukchi Seas and North Pacific, 10³ km²

№	Пло- щадь	№	Пло- щадь	№	Пло- щадь	№	Пло- щадь	№	Пло- щадь	№	Пло- щадь	№	Пло- щадь	№	Пло- щадь
Охотское		130	6,41	3	3,06	145	6,09	290	0,90	380	0,81	210	8,25	551	6,25
1	6,30	148	4,27	15	6,11	165	3,05	291	3,32	382	3,24	211	5,50	565	3,82
2	8,55	149	5,56	16	6,88	183	5,41	292	5,43	Чукотское		212	3,21	578	7,26
3	8,55	166	6,25	17	5,35	184	3,95	300	5,43	24	1,76	213	0,92	579	4,66
5	7,68	167	2,71	18	3,06	185	5,93	301	2,41	25	1,98	214	3,15	580	1,91
10	8,21	168	5,75	19	2,29	186	5,60	312	1,51	26	3,51	215	6,30	581	0,38
11	5,30	184	5,75	20	1,15	203	5,60	313	2,63	64	4,11	258	1,32	582	1,53
12	3,44	185	0,66	43	5,23	204	2,63	314	2,96	65	3,19	259	4,41	583	3,06
13	6,03	186	3,95	44	3,74	205	0,46	315	2,66	66	1,82	260	8,38	584	4,58
20	6,89	203	5,60	45	2,92	220	4,61	316	4,14	83	3,78	304	1,29	585	1,15
30	4,65	204	1,98	47	5,84	221	6,26	321	4,73	84	1,71	305	6,03	594	0,75
32	7,88	205	1,28	48	1,46	222	5,27	322	0,89	85	3,43	306	8,18	604	6,35
41	4,15	206	2,24	71	5,11	223	4,94	331	4,44	86	4,65	348	3,38	605	3,74
42	1,63	207	2,55	73	1,07	224	4,47	332	0,41	96	3,67	390	2,49	606	0,75
43	6,92	208	2,55	74	3,56	225	5,11	340	4,02	97	0,76	391	7,47	607	0,75
53	4,88	209	2,55	75	5,70	227	6,07	341	0,57	98	4,56	431	1,22	608	2,99
65	3,99	210	1,92	81	4,99	241	4,53	342	4,60	99	4,82	432	7,32	609	4,48
66	3,90	211	2,24	82	0,71	254	5,75	343	4,31	108	4,05	477	1,20	610	6,35
79	3,90	212	2,24	85	1,78	255	6,07	344	4,02	109	4,45	478	6,38	615	2,55
80	6,11	213	3,19	86	4,63	257	5,75	345	5,46	110	2,62	522	3,12	616	3,65
93	1,91	214	3,19	87	5,70	259	1,55	349	5,06	111	4,98	523	7,42	617	6,93
94	6,35	215	0,45	88	5,70	260	0,93	350	5,06	114	4,45	539	7,03	622	6,20
95	6,72	216	0,32	89	6,06	261	2,80	351	3,16	115	2,88	540	6,25	623	2,92
107	7,32	217	3,19	90	6,41	262	3,42	352	2,87	116	3,67	541	5,08	624	6,20
108	0,22	224	3,73	91	5,34	263	3,11	363	2,79	117	4,45	542	3,90	625	2,55
109	3,65	229	4,66	92	1,07	264	1,55	364	0,28	118	4,71	543	2,73	626	5,11
110	5,47	230	1,21	105	6,41	265	4,35	368	4,74	119	2,36	544	1,95	627	6,20
111	6,93	231	4,52	106	3,56	266	5,91	369	2,79	СТО		545	2,34	630	5,34
112	6,20	232	5,12	107	5,56	275	3,11	370	2,79	113	0,95	546	2,73	631	3,56
113	7,15	233	4,82	118	6,25	286	5,91	371	2,79	114	8,56	547	3,12	632	5,70
115	5,84	Берингово		127	3,82	287	3,42	372	2,79	143	7,01	548	3,90		
128	5,47	1	3,47	143	5,56	288	4,97	373	4,46	173	2,29	549	3,90		
129	3,56	2	2,55	144	2,08	289	1,55	379	5,14	174	8,25	550	4,69		

а также для тотальных обсчетов биомасс, что достигается суммированием всех полученных данных или их осреднением, различных показателей обеспеченности пищей, показателей типа планктон–нектон и т.п. Предусмотреть все возможности, предоставляемые комплексным анализом созданных баз данных, невозможно, как невозможно ограничить и замыслы исследователей.

Замечания и примеры. Не всегда кормовая база обеспечивает ее потребителей достаточным количеством предпочитаемой пищи, вынуждая их питаться резервными, возможно, чем-то неполноценными для них объектами, что в принципе может невыгодно сказаться как на численности, так и на репродуктивных и кондиционных показателях. Однако большинство активных видов нектона верхних горизонтов способно легко переключаться с одних видов пищи из состава наличной кормовой базы на

Таблица 10

Биомасса 9 видов массовых промысловых рыб Охотского моря,
тыс. т/одноградусная трапеция

Table 10

Biomass of 9 mass species of commercial fish from the Okhotsk Sea, 10³ t per 1-degree trapezium
(recalculated from biomass in kg/km² published in Atlas..., 2003)

№ трапеции	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Сельдь	Треска	Серебрянка	Мойва	Сумма 9 видов	Все рыбы ЭП	Все рыбы ВЭП
6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2
7	13,8	0,5	0	0	0	0	0,02	6,7	0	21,1	23,2	23,2
8	0,0	0,5	0	0	0	0	0	0,6	0	1,1	1,2	1,2
9	0,9	0,2	0,01	0	0	0	1,5	13,6	0	16,3	64,3	64,8
~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
230	0	0	0	0	0	7,5	5,2	0	4,1	16,9	17,0	26,5
231	0	0,04	0	0	0,04	2,9	1,4	0	6,6	11,0	11,7	11,1
232	0	0,05	0	0	0	2,5	34,7	0	48,2	85,5	86,6	35,2
233	0	0,03	0	0	0	5,5	4,9	0	9,9	20,3	21,1	22,2
Сумма	139	93	1	3	4	4046	9966	705	313	15270	15429	10786

Примечание. ЭП — эпипелагиаль, ВЭП — верхняя эпипелагиаль.

другие в случае депрессии одних и увеличения численности других. Так, в Охотском море летом 1988 г. в посленерестовый период основу пищи минтая в прикамчатской и присахалинской зонах при значительном снижении биомассы эвфаузиид составили аппендикулярии, которыми минтай наполнял желудки до 1000 ‰ [Волков и др., 1990]. Летом 1993 г. в глубоководной зоне Охотского моря чавыча длиной около 1 м питалась исключительно эвфаузиидами [Волков и др., 1997]. В восточной части Берингова моря в теплый период 2002–2006 гг. основу планктона составляли виды мелкой и средней фракций, поэтому взрослые лососи, минтай, сельдь и другие виды питались мелкими рыбами, сеголетками минтая, мелкими донными и придонными беспозвоночными. В холодный период 2008–2012 гг. ситуация изменилась, на смену мелкому зоопланктону пришли виды крупной фракции, на питание которыми тут же перешли все вышеперечисленные рыбы. При этом наблюдалось появление большого количества крупной (20–30 мм) гиперииды *Themisto libellula*, которая в предыдущие годы там отсутствовала, но, появившись, сразу же стала преобладать в пище нектона [Волков, 2012, 2014]. У минтая и суточная ритмика питания может изменяться на диаметрально противоположную. В зимне-весенний период в Охотском море, где основной его пищей служат эвфаузииды, поднимающиеся в эпипелагиаль в темное время суток, он питается преимущественно в это же время, а в Беринговом море, где основу пищи составляют копеподы *Neocalanus cristatus*, не покидающие в этот период эпипелагиаль, минтай питается преимущественно днем [Волков, 1996, 2015в]. При проведении балансовых расчетов эти особенности следует учитывать в первую очередь.

Приведенные некоторые из числа многих примеры свидетельствуют о трофической пластичности массовых видов рыб, доминирующих в дальневосточных морях, и отсутствии у них четких видовых предпочтений, т.е. рыбы не выискивают себе определенный вид пищи, а используют доступные объекты, встреченные в определенной концентрации, чему способствуют особенности распределения зоопланктона, многие виды которого держатся в виде скоплений, а не разнородной суспензии. Субтотальное выедание кормовых объектов вряд ли возможно: охота за «остатками» для хищников становится энергетически невыгодна.

Для оценки обеспеченности пищей в отдельных случаях может использоваться такой показатель, как количество декадных, месячных и более рационов. Так, в течение 1988–2002 гг. в водах западной Камчатки количество 2-месячных рационов нектона

изменялось весьма ощутимо: весь кормовой зоопланктон в пределах от 4 до 12, основные группы: эвфаузииды — 2,6–17,4, амфиподы — 0,3–4,2, птероподы 1,1–2,5 и т.д. [Волков, 1996; Волков и др., 2003]. Если же рассматривать конкретные виды с учетом их размерной структуры, времени пребывания на определенных участках акваторий, размеров занимаемых ими площадей и их изменения с течением времени (декада, месяц), то возникнет необходимость переходить на более сложные расчеты количества и качества потребленной пищи.

Для получения результатов взаимовлияния кормовой базы и nekтона необходимо совмещение пространственно-временных количественных показателей nekтона с данными по трофологии и кормовой базе с учетом интенсивности и суточной ритмики питания, суточных пищевых рационов (СПР), групп и видов зоопланктона, доминирующих в составе пищи, и их количества в планктоне на конкретный период и т.д. Такие сложные и трудоемкие исследования и расчеты потребуют больших затрат времени («...в грамм добыча — в год труды...»), но без этого не обойтись, тем более что реальная возможность предоставляется базами данных, о которых ведется речь в настоящей статье.

В качестве примера выбрана горбуша, появление и исчезновение которой в Охотском море оказалось возможным проследить по коротким временным отрезкам (месяц, декада). Соответственно, резкие изменения размеров от крупных половозрелых особей до мелких сеголеток приводят к изменению в составе пищевых предпочтений, что необходимо учитывать в расчетах потребления пищи. На рис. 13 приведено помесячное распределение биомассы горбуши в Охотском море: в июне-августе это преимущественно ее нерестовая часть, в сентябре-ноябре — сеголетки. При расчетах же потребления пищи необходимо учитывать, что в пределах одного месяца биомасса лососей может изменяться не только в разы, но и на порядок (табл. 11 и 12), как и площади ареалов в целом. В табл. 11 длина рыб, масса и их доля рассчитаны по БД «Трофология...», биомасса по трапециям посчитана, как это рекомендовано выше, а численность — через биомассу и массу особей. Полученные значения далее нетрудно совместить с аналогичными по доминирующим видам в пище и планктоне с последующими балансовыми расчетами.

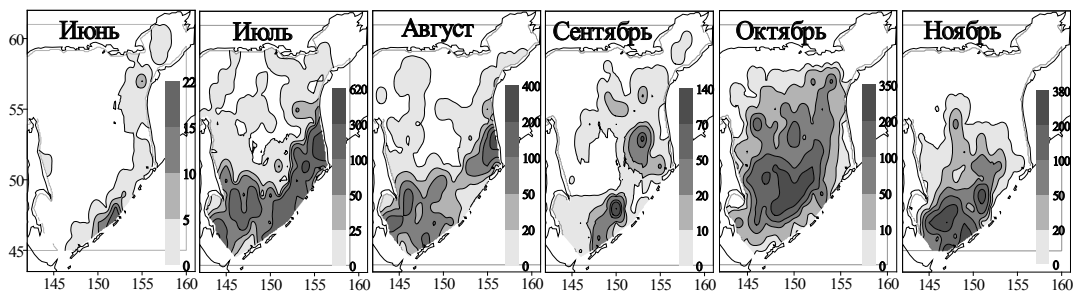


Рис. 13. Среднемесячная биомасса горбуши (кг/км²) за 1988–2018 гг. по осредненным данным в одноградусных трапециях (материалы предоставлены лабораторией промысловой статистики и баз данных ТИНРО) из БД «Морская биология»)

Fig. 13. Mean monthly biomass of pink salmon (kg/km²) in 1988–2018 calculated from the data for 1-degree trapeziums provided by Lab. of Fishery Statistics and Databases and «Marine Biology» database

В общем балансе (табл. 13) доля выедания лососями доминирующих групп зоопланктона может выглядеть несущественной (кроме амфипод, из которых самый массовый вид — гипериида *Themisto pacifica*), если не учитывать, что наиболее богатая часть Охотского моря оказывается для них недоступной вследствие обитания в более северной части моря. Помимо этого основной слой обитания тихоокеанских лососей — верхняя эпипелагиаль [Walker et al., 2007], питание их происходит преимущественно в дневное время [Волков, Косенок, 2005, 2006; Волков, 2016; и др.]. Это убедительно показывают графики на рис. 14, которые построены безвыборочно

Таблица 11
Состав горбуши в Охотском море за период 1988–2015 гг.: длина взрослых рыб 50 см, сеголеток 9–26 см (составлено по количеству желудков из БД «Трофология...»)

Table 11

Size composition of pink salmon in the Okhotsk Sea in 1988–2015 calculated from the data on stomach samples number in «Nekton trophology» database (adults length 50 cm, underyearlings length 9–26 cm)

Показатель	Месяц/декада																
	6/2	6/3	7/1	7/2	7/3	8/1	8/2	8/3	9/1	9/2	9/3	10/1	10/2	10/3	11/1	11/2	11/3
Длина	50 см																
Доля, %	100	100	100	100	98	95	93	92	72	35	2	1	0	0	0	0	0
Масса, г	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597
Биомасса, тыс. т	0,05	0,27	0,80	42,30	67,60	47,50	20,80	13,80	1,50	1,34	0,06	0,09	0	0	0	0	0
Численность, млн экз.	0,03	0,17	0,51	26,50	42,30	29,70	13,0	8,70	0,94	0,84	0,04	0,06	0	0	0	0	0
Длина, см	–	–	–	–	9	10	13	15	17	19	21	22	23	24	26	25	22
Доля, %	–	–	–	–	2	5	7	8	28	65	98	99	100	100	100	100	100
Масса, г	–	–	–	–	9	9	22	31	48	67	94	107	126	145	183	161	107
Биомасса, тыс. т	–	–	–	–	1,4	2,5	1,6	1,2	0,6	2,5	2,9	8,9	58,6	83,5	53,9	9,8	0,01
Численность, млн экз.	–	–	–	–	162	294	184	142	68	293	341	1047	6889	9828	6339	1150	1,3

Таблица 12
Подекадные значения биомассы горбуши, кеты и нерки в Охотском море в 1988–2003 гг. (составлено по материалам лаборатории промысловой статистики и баз данных ТИНРО) из БД «Морская биология», кг/км²

Table 12

10-days values of biomass (kg/km²) for pink, chum, and sockeye salmon in the Okhotsk Sea in 1988–2003 calculated from the data provided by Lab. of Fishery Statistics and Databases and «Marine Biology» database

Месяц/декада	6/3	7/1	7/2	7/3	8/1	8/2	8/3	9/1	9/2	9/3	10/1	10/2	10/3	11/1	11/2	11/3
Горбуша	0,5	2	33	76	47	20	21	4	4	2	6	46	87	51	3	0
Кета	2	8	17	14	24	16	32	57	7	3	5	37	42	13	1	0,1
Нерка	0	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,2	0,7	0,5	0,7	0,1	0

Таблица 13
Доля выедания доминирующими видами нектона валового запаса зоопланктона и его доминирующих групп в Охотском море, % [по: Горбатенко, 2018]

Table 13

Grazing of zooplankton by dominant nekton species of nekton in the Okhotsk Sea, by zooplankton groups, % [from: Gorbatenko, 2018]

Пищевой компонент	Минтай	Сельдь	Мойва	Серебрянка	Лососи	Кальмары	Сумма
Эвфаузииды	20,2	6,9	4,4	2,1	0,2	6,7	40,5
Копеподы	5,2	3,7	0,7	1,0	0	0,2	10,8
Амфиподы	42,6	9,7	3,4	0,5	3,4	16,1	75,7
Сагитты	1,1	0,1	0,3	0,1	0	0,2	1,8
Весь зоопланктон	9,8	4,2	1,7	1,2	0,2	2,4	19,5

по всем данным из базы «Трофология...» Так что из богатой кормовой базы лососям оказывается доступной только небольшая часть, которая подвержена существенным сезонным и межгодовым колебаниям. Поэтому может оказаться необходимым пересмотреть некоторые показатели обеспеченности пищей не только лососей, но и других рыб. До определенного момента получаемые балансовые расчеты были достаточными в свете общих представлений, но при переходе к мониторингу могут понадобиться другие методические приемы как при сборе материалов, так и при их интерпретации. Главным стартовым информационным полем для этого и послужат созданные в ТИН-РО базы данных.

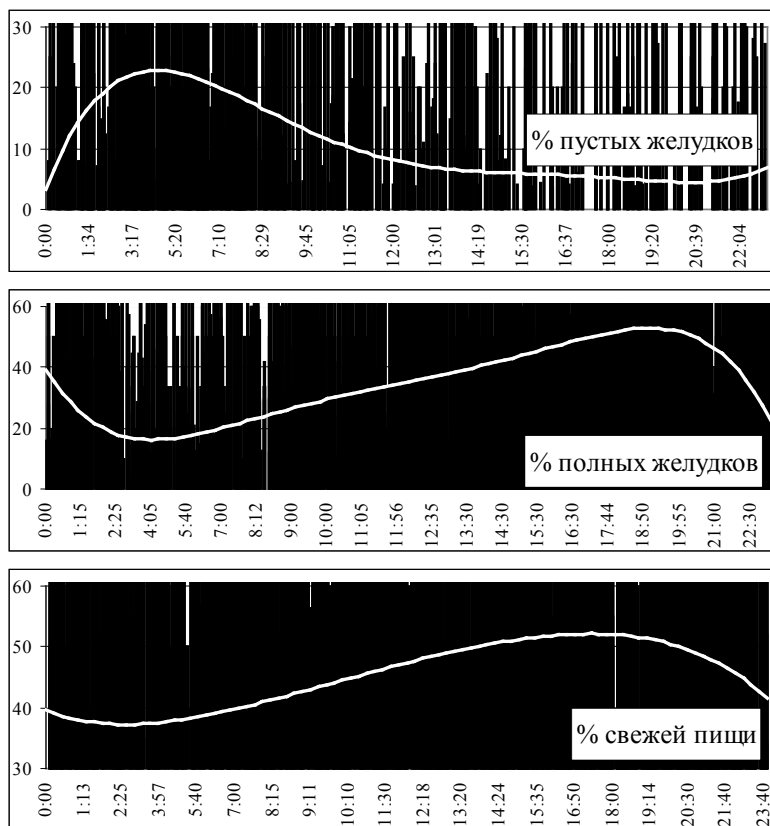


Рис. 14. Суточная ритмика питания горбуши, кеты и нерки без учета возраста рыб и места обитания (все данные базы «Трофология...»)

Fig. 14. Daily rhythm of feeding for pink, chum, and sockeye salmon on the data of «Nekton trophology» database (age of fish and their habitat are not accounted)

Для тотальных расчетов потребности в пище и сопоставления с тем, сколько реально ее требуется, прежде всего необходимо иметь данные по СПР, которые приведены во многих научных публикациях [например, Чучукало, 2006а, б; Волков, 2016; Горбатенко, 2018; и др.], или рассчитать их по одной из существующих методик по суточной ритмике питания, составу пищи, горизонтам преимущественного обитания, биомассе предпочитаемых видов и многому другому, а также кормовой базе, сопряженной с основами ареалов изучаемых объектов. Так, в кормовой базе лососей, обитающих преимущественно в верхней эпипелагиали и при этом наиболее интенсивно питающихся в светлое время суток, преобладают виды планктона и его размерные группы, доля которых существенно меняется с увеличением размера рыб, как это показано на примере охотоморской горбуши (табл. 14). В меньших регионах или локальных районах доминирование отдельных видов в пище лососей будет еще большим [Волков, 2016].

Таблица 14
Основные группы и виды зоопланктона в пище горбуши Охотского моря, %

Table 14

Main groups and species of zooplankton in diet of pink salmon from the Okhotsk Sea, %

Длина, см	Число желудков, шт.	Масса рыбы, г	ИНЖ, ‰	Нектон	Планктон	Amphipoda	Copepoda	Euphausiacea	Pteropoda	Decapoda	<i>Themisto pacifica</i>	<i>Neocalanus plumchrus</i>	<i>Thysanoessa longipes</i>	<i>Limacina helicina</i>	<i>Primno macropa</i>	<i>Euphausia pacifica</i>
10–20	392	39	225	10	90	30	38	4	11	6	26	35	1	10	2	1
20–35	2633	208	93	5	95	46	11	22	7	2	24	4	9	7	18	5
35–50	5716	1202	80	18	82	36	2	36	6	1	29	1	30	5	5	2
50–60	1145	1920	68	24	76	29	1	38	5	1	24	1	33	4	3	2

Примечание. ИНЖ — индекс наполнения желудков.

Закключение

В настоящей статье описана структура баз данных ТИНРО «Зоопланктон...» и «Трофология...», а также предложен ряд методических разработок для мониторинговых и других исследований нектона при использовании совместно с базой данных нектона «Морская биология». Все эти базы регулярно пополняются данными, полученными в очередных экспедициях.

Базы данных «Зоопланктон...» и «Трофология...» содержат материалы по планктону и питанию нектона в 1984–2018 гг. в северной части Тихого океана, Охотском, Беринговом и Чукотском морях. Всего в базе «Трофология» содержатся сведения по питанию 97 видов рыб и кальмаров; по количеству проб по питанию первые 5 видов (за исключением Чукотского моря) составляют 72–78 %, 10 видов — 85–88, 20 видов — 91–92 %. В составе пищи рыб и кальмаров насчитывается 156 наименований кормовых организмов, в том числе Copepoda — 27, Euphausiacea — 7, Amphipoda — 9, Decapoda — 14, Coelenterata — 6, Cephalopoda — 15, Pisces — 60, представителей прочих групп — по 1–2 вида. Проведено подразделение базовых биостатистических районов: в Охотском море с 14 до 33 районов (последние поделены еще на 2, в результате их стало 64), в Беринговом море вместе с новыми число районов с 13 доведено до 32, в водах СТО — с 10 до 30. Для всех этих районов рассчитаны площади и средние глубины слоя эпипелагиали. Показано применение более дробных районов в качестве интегральных станций при построении карт горизонтального распределения биологических объектов.

В статье приведены полезные примеры и замечания, с которыми, возможно, не все согласятся, но это и не предусматривается как безальтернативное мнение автора.

Благодарности

Благодарю всех участников экспедиций, в которых были собраны и обработаны материалы, объединенные в базы данных ТИНРО, и Н.Е. Кравченко и И.В. Волвенко за составленные формулы.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Соблюдение этических стандартов

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с использованием животных в качестве объекта.

Автор заявляет об отсутствии у него конфликта интересов.

Список литературы

- Атлас количественного распределения nekтона в западной части Берингова моря** / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2006. — 1072 с.
- Атлас количественного распределения nekтона в Охотском море** / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2003. — 1040 с.
- Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Тихого океана** / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2005. — 1082 с.
- Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Японского моря** / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2004. — 988 с.
- Волвенко И.В.** Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 132. — С. 27–42.
- Волков А.Ф.** Зоопланктон эпипелагиали дальневосточных морей: состав сообществ, межгодовая динамика, значение в питании nekтона : дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1996. — 70 с.
- Волков А.Ф.** Интегральные значения биомассы и запаса зоопланктона в эпипелагиали 71 района севера Тихого океана, включая Берингово и Охотское моря, и схемы распределения массовых видов // Изв. ТИНРО. — 2015а. — Т. 180. — С. 140–160.
- Волков А.Ф.** Пространственно-временные элементы экологии эвфаузиид Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2015б. — Т. 180. — С. 128–139.
- Волков А.Ф.** Введение в трофологию минтая // Изв. ТИНРО. — 2015в. — Т. 183. — С. 166–185.
- Волков А.Ф.** Качественные и количественные аспекты биологии *Sagitta elegans* Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 194. — С. 113–129. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-194-113-129.
- Волков А.Ф.** Массовое появление *Themisto libellula* в северной части Берингова моря: «вторжение» или «вспышка»? // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 168. — С. 142–151.
- Волков А.Ф.** Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию nekтона (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 405–416.
- Волков А.Ф.** Состояние кормовой базы тихоокеанских лососей в Беринговом море в 2003–2012 гг. (по результатам работ международных экспедиций BASIS-1 и 2) // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 250–271.
- Волков А.Ф.** Элементарная трофология тихоокеанских лососей в Беринговом море. Видовые и региональные отличия. Обеспеченность пищей при различных условиях среды // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 187. — С. 162–186.
- Волков А.Ф., Горбатенко К.М., Ефимкин А.Я.** Стратегии питания минтая // Изв. ТИНРО. — 1990. — Т. 111. — С. 123–132.
- Волков А.Ф., Горбатенко К.М., Мерзляков А.Ю.** Планктон, состояние кормовой базы и питание массовых рыб эпи- и мезопелагиали Охотского моря в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 133. — С. 169–235.
- Волков А.Ф., Ефимкин А.Я., Чучукало В.И.** Региональные особенности питания азиатских лососей в летний период // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 122. — С. 324–341.
- Волков А.Ф., Косенок Н.С.** Единообразие суточной ритмики питания у лососей рода *Oncorhynchus* // Вопр. рыб-ва. — 2005. — Т. 6, № 2(22). — С. 200–210.
- Волков А.Ф., Косенок Н.С.** Суточная ритмика питания горбуши, кеты и кижуча в северо-западной части Тихого океана (3-суточная станция, 21.07–24.07.2006 г., 48°28' с.ш., 159°01' в.д.) // Бюл. № 1 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — С. 151–154.
- Горбатенко К.М.** Трофодинамика гидробионтов в Охотском море : дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 468 с.
- Дулупова Е.П.** Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. — 273 с.
- Заволокин А.В.** Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — 48 с.
- Кузнецова Н.А.** Питание и пищевые отношения nekтона в эпипелагиали северной части Охотского моря : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 235 с.
- Макрофауна пелагиали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1982–2009** / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012а. — 479 с.

Макрофауна пелагиали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1984–2009 / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012б. — 800 с.

Макрофауна пелагиали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1979–2009 / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, И.В. Волвенко, В.В. Кулик ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012в. — 616 с.

Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 416 с.

Нектон Охотского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2003. — 643 с.

Нектон северо-западной части Тихого океана. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 544 с.

Нектон северо-западной части Японского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — 225 с.

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

Сетной зоопланктон Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1984–2013 / А.Ф. Волков, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016б. — 1555 с.

Сетной зоопланктон северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1985–2013 / А.Ф. Волков, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016в. — 857 с.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006а. — 484 с.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006б. — 539 с.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России: в 3 томах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России: в 3 томах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.

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

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.А. Состав и современное состояние сообщества рыб пелагиали тихоокеанских вод Камчатки и Курильских островов // Биол. моря. — 1988б. — № 4. — С. 54–62.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Матвеев В.И. и др. Особенности формирования продуктивных зон в Охотском море в осенний период // Биол. моря. — 1986. — № 4. — С. 57–65.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 1993. — 426 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.

Walker R.V., Sviridov V.V., Urawa Sh., Azumaya T. Spatio-temporal variation in vertical distribution of Pacific salmon in the ocean // NPAFC Bull. — 2007. — № 4. — P. 193–201.

References

Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v zapadnoi chasti Beringova morya (Atlas of Nekton Species Quantitative Distribution in the Western Part of the Bering Sea), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2006.

Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v Okhotskom more (Atlas of Quantitative Distribution of Nekton Species in the Okhotsk Sea), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2003.

Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana (Atlas of Nekton Species Quantitative Distribution in the North-Western Part of the Pacific Ocean), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2005.

Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya (Atlas of Nekton Species Quantitative Distribution in the North-Western Part of the Japan Sea), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2004.

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

Volkov, A.F., Zooplankton epipelagialy of the Far Eastern seas: community composition, interannual dynamics, importance in the nutrition of nekton, *Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1996.

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

Volkov, A.F., Spatial-temporal patterns of euphausiids ecology in the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015b, vol. 180, pp. 128–139.

Volkov, A.F., Introduction to trophology of walleye pollock, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015c, vol. 183, pp. 166–185.

Volkov, A.F., Qualitative and quantitative aspects of *Sagitta elegans* biology in the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 194, pp. 113–129. doi 10.26428/1606-9919-2018-194-113-129

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

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

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

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

Volkov, A.F., Gorbatenko, K.M., and Efimkin, A.Ya., Feeding ways of pollack, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1990, vol. 111, pp. 123–132.

Volkov, A.F., Gorbatenko, K.M., and Merzlyakov, A.Yu., Plankton, condition of the forage resources and feeding of the dominant epi- and mesopelagic fish species of the Okhotsk Sea during the winter-spring, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2003, vol. 133, pp. 169–235.

Volkov, A.F., Efimkin, A.Ya., and Chuchukalo, V.I., Regional feeding habits of Asian salmon in summer period, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1997, vol. 122, pp. 324–341.

Volkov, A.F. and Kosenok, N.S., Similarity of Diurnal rhythms of Pacific Salmon feeding, *Vopr. Rybolov.*, 2005, vol. 6, no. 2, pp. 200–210.

Volkov, A.F. and Kosenok, N.S., Daily rhythm of feeding of pink salmon, chum salmon and coho salmon in the northwestern Pacific Ocean (3-day station, July 21–24 July 2006, 48°28' N, 159°01' E), *Byull. no. 1 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoii programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 1 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006, pp. 151–154.

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

Dulepova, E.P., *Sravnitel'naya bioproduktivnost' makroekosistem dal'nevostochnykh morey* (Comparative bioproductivity of macroecosystems of the Far Eastern seas), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2002.

Zavolokin, A.V., Food availability for Pacific salmon during the period of feeding in sea and ocean, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014.

Kuznetsova, N.A., *Pitaniye i pishchevye otnosheniya nektona v epipelagiali severnoi chasti Okhotskogo morya* (Diet and Feeding Interactions of Nekton in the Epipelagic Zone of the Northern Sea of Okhotsk), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2005.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagialy zapadnoi chasti Beringova morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1982–2009* (Pelagic Macrofauna of the Western Part of the Bering Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1982–2009), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2012a.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagialy Okhotskogo morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1984–2009* (Pelagic Macrofauna of the Okhotsk Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1984–2009), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2012b.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagialy severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1979–2009* (Pelagic

Macrofauna of the Northwestern Pacific: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1979–2009), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2012c.

Nekton zapadnoi chasti Beringova morya. Tablitsy chislennosti, biomassy i sootnosheniya vidov (Nekton of the Western Part of the Bering Sea. Abundance, Biomass and Species Ratio), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006.

Nekton Okhotskogo morya. Tablitsy chislennosti, biomassy i sootnosheniya vidov (Nekton of the Okhotsk Sea. Abundance, Biomass and Species Ratio), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2003.

Nekton severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana. Tablitsy chislennosti, biomassy i sootnosheniya vidov (Nekton of the Northwestern Pacific. Abundance, Biomass and Species Ratio), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2005.

Nekton severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya. Tablitsy chislennosti, biomassy i sootnosheniya vidov (Nekton of the Northwestern Part of Japan (East) Sea. Abundance, Biomass and Species Ratio), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2004.

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

Volkov, A.F. and Volvenko, I.V., *Setnoi zooplankton Okhotskogo morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1984–2013* (Net Zooplankton of the Okhotsk Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass, 1984–2013), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016b.

Volkov, A.F. and Volvenko, I.V., *Setnoi zooplankton severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1985–2013* (Net Zooplankton of the Northwestern Pacific: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1985–2013), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016c.

Chuchukalo, V.I., *Pitanie i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnykh moryakh* (Diet and Feeding Interactions among Nekton and Nektobenthos in the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006a.

Chuchukalo, V.I., *Pitanie i pishchevye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal'nevostochnykh moryakh, Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2006b.

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

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

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

Shuntov, V.P., Volkov, A.F., and Efimkin, A.Ya., The composition and current state of the Pacific Pelagial fish community in Kamchatka and the Kuril Islands, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1988b, vol. 14, no. 4, pp. 54–62.

Shuntov, V.P., Volkov, A.F., Matveev, V.I., Cheblukova, L.V., and Gudzh' A.V., Development of productive zones in the Sea of Okhotsk during the autumn period, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1986, vol. 12, no. 4, pp. 241–248.

Shuntov, V.P., Volkov, A.F., Temnykh, O.S., and Dulepova, E.P., *Mintai v ekosistemakh dal'nevostochnykh morei* (Walleye Pollock in Ecosystems of the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1993.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, vol. 1.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

Walker, R.V., Sviridov, V.V., Urawa, Sh., and Azumaya, T., Spatio-temporal variation in vertical distribution of Pacific salmon in the ocean, *NPAFC Bull.*, 2007, no. 4, pp. 193–201.

Поступила в редакцию 13.06.2019 г.

После доработки 03.07.2019 г.

Принята к публикации 26.07.2019 г.