

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**УДК 574+573.6****И.В. Волвенко***

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**АДАПТИВНАЯ ЗОНА, ПЕТЕРСЕНОВСКИЕ СООБЩЕСТВА,
АРЕАЛ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША.
СООБЩЕНИЕ 2. ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ
НА ПРИМЕРЕ ФАУНЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ
И СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКИ**

Приведены результаты анализа материалов траловых и планктонных съемок ТИНРО-центра, собранных за несколько десятков лет. На фактических данных о массовых видах макро- и мезофауны важнейшего рыболовского региона (дальневосточных морей и северной части Тихого океана) проиллюстрированы некоторые важные положения, сформулированные ранее, но не описанные в доступной литературе; приведены конкретные примеры практической пользы новой концепции адаптивной зоны; обозначены перспективы ее дальнейшего применения. Кроме организации промысла и аквакультуры рыб и беспозвоночных среди прикладных аспектов новой концепции можно назвать многие актуальные проблемы сельского, лесного и охотничьего хозяйства, природной очаговости болезней, борьбы с чужеродными вселенцами, сорняками, вредителями и паразитами, охраны природы, создания заповедников и искусственных экосистем.

Ключевые слова: адаптивная зона, пetersеновское сообщество, ареал, динамика экосистем, многолетние, сезонные и суточные миграции, рыболовство, массовые промысловые и кормовые виды.

DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-219-266.

Volvenko I.V. Adaptive zone, Petersen-type communities, geographical range and ecological niche. Report 2. Applied value of a new concept on the example of fauna of the Far-Eastern Seas and North Pacific // *Izv. TINRO*. — 2019. — Vol. 196. — P. 219–266.

The review started in 195 volume of «*Izvestiya TINRO*» is continued. The most important aspects of a new concept of adaptive zone are illustrated on cited data and results of trawl and plankton surveys collected by Pacific Fish. Res. Center (TINRO) in the Far-Eastern Seas and North Pacific for several decades. Practical benefits of this concept are shown and prospects of its further application are outlined, as managing of fishery and aquaculture and some issues of agriculture, forestry, hunting, natural nidity, fighting against alien species, weeds, pests and parasites, environmental protection and preservation, and artificial ecosystems creation.

Key words: adaptive zone, Petersen-type community, geographical range of species, ecosystem dynamics, perennial migration, seasonal migration, circadian migration, fishery, commercial species, prey species.

* Волвенко Игорь Валентинович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник,
e-mail: oknevlov@gmail.com.

Volvenko Igor V., D.Biol., principal researcher; e-mail: oknevlov@gmail.com.

Теория без практики — это рюкзак с учебниками
по плаванию за спиной тонущего.
Д.А. Емец (Мефодий Буслаев. Месть Валькирий)
Теория учит нас смотреть далеко вперед,
а практика — себе под ноги.
С.Я. Янковский (2018 — цит. по:
<http://syu.narod.ru/wordsd.htm>,
<https://syon-czy.livejournal.com>)

Введение

Предыдущее сообщение [Волвенко, 2018] по теме настоящей статьи представляет собой литературный обзор, в котором уточнено определение адаптивной зоны; показано, что этот термин не является синонимом терминов местообитание и образ жизни; установлены связи/соотношения его со смежными понятиями — ареал, экологическая ниша, петерсеновское сообщество; выявлены теоретические следствия получившейся концепции. Итоги обзора — объективизация понятия «адаптивная зона», простые и логичные способы выделения, нахождения границ таких зон, их названия и классификации. Таким образом совершенствуется концептуальный аппарат биологии и открывается новое направление развития некоторых ее разделов. Следующий этап работ по этой теме предполагает эмпирические исследования реальных адаптивных зон конкретных видов, в результате чего со временем появится возможность обобщения новой информации. Вместе с развитием теории при этом ожидается получение значительной практической пользы для многих отраслей природохозяйственной деятельности человека.

Цель настоящей статьи — на фактических данных проиллюстрировать некоторые положения, впервые сформулированные в обзоре, привести конкретные примеры практической пользы новой концепции адаптивной зоны, обозначить перспективы ее дальнейшего применения.

Материалы и методы

Прикладные аспекты исследования адаптивных зон рассмотрим на примере фауны дальневосточных морей и северной части Тихого океана — важнейшего рыбопромыслового региона, который обеспечивает более две трети российского [http://fishnews.ru/news/22709; http://fishnews.ru/news/25568; http://fishnews.ru/news/29891; http://fishnews.ru/news/30334] и значительную часть американского, канадского, японского, корейского и китайского вылова водных биоресурсов [http://www.fao.org/docrep/015/ba0058t/ba0058t.pdf; http://www.fao.org/3/a-i3740t.pdf; http://www.fao.org/3/a-i5716t.pdf; http://www.fao.org/3/a-y7300e.pdf; http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf; http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf; http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf]. Для этого воспользуемся созданными в ТИНРО-центре большими базами данных о пелагической [Волвенко, Кулик, 2011], донной [Волвенко, 2014; Volvenko, 2014] траловой макрофауне и сетном зоопланктоне [Волвенко, 2016] этого региона, дополнив их новыми материалами съёмки, выполненных до конца 2014 г.

Траловой макрофауной в данном случае называются все животные, которые облавливаются разноглубинными и донными тралами, оснащёнными в кутце мелкоячейной вставкой из 10–12-миллиметровой дели, — представители нектона, бентоса и макрозоопланктона, т.е. организмы с размерами тела от 1 см до нескольких метров и массой тела от граммов до сотен килограммов. Мезофауна, которая облавливается планктонной сетью (так называемый сетной зоопланктон), — это организмы с меньшими размерами тела и массой от сотен до тысячных долей миллиграмма — в основном кормовая база макрофауны, морских птиц и млекопитающих, а также личинки беспозвоночных и рыб.

Использованные в настоящей работе стандартные методы оценки обилия видов и картографической обработки данных подробно описаны в ряде статей [Волвенко, 1998,

1999, 2004, 2007, 2013, 2014, 2015a, б, 2016; Волвенко, Кулик, 2011] и монографий [Атлас..., 2003, 2004, 2005, 2006; Нектон..., 2003, 2004, 2005, 2006; Макрофауна..., 2012a–в, 2014a–д; Сетной зоопланктон..., 2016a–д], методы выделения ареалов, адаптивных зон и других петерсеновских сообществ — в сообщении 1 [Волвенко, 2018].

Результаты и их обсуждение

В сетном зоопланктоне — мезофауне пелагиали — по биомассе видов/групп* выделяется 39 адаптивных зон. Большую часть (почти 60 %) акватории занимает адаптивная зона сагитты *Parasagitta elegans* (рис. 1, табл. 1). Если же выделять адаптивные зоны не по биомассе, а по численности, то оказывается, что почти вся эта обширная акватория является адаптивной зоной мелкой копеподы *Oithona similis*. На небольших участках выделяются адаптивные зоны еще 21 вида/группы (рис. 2, табл. 2), т.е. при использовании разных показателей обилия для выделения адаптивных зон получаются разные результаты: меняются число, расположение и названия адаптивных зон, поскольку в большинстве мест по численности и по биомассе преобладают разные виды.

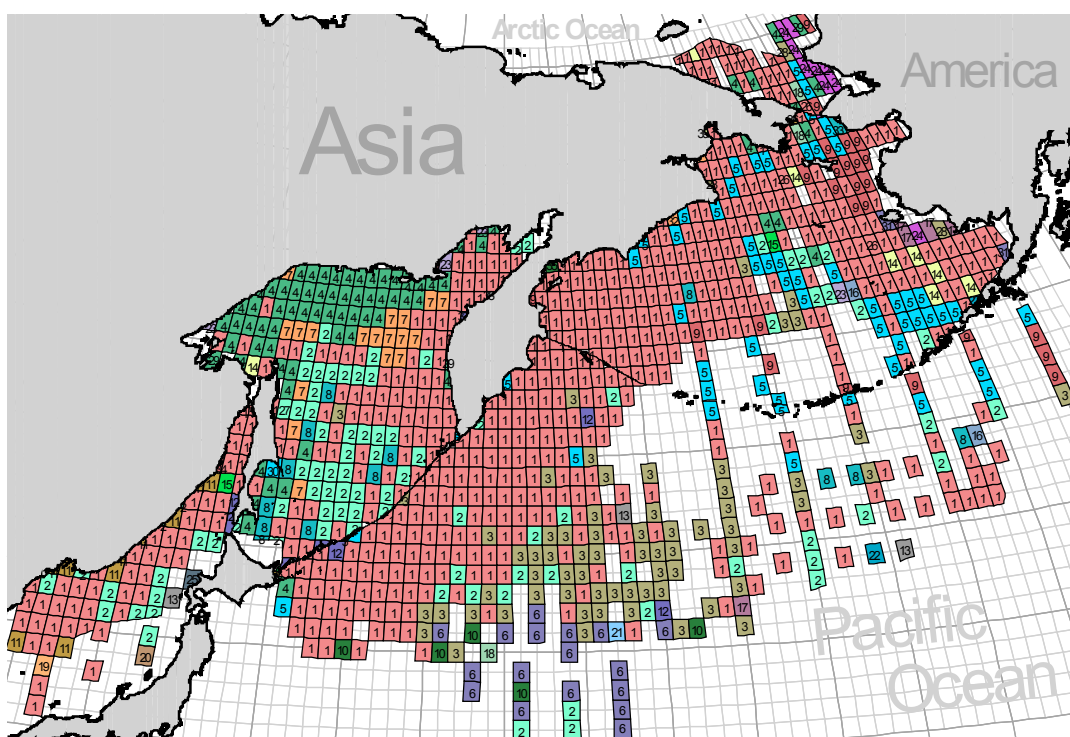


Рис. 1. 39 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в сетном зоопланктоне, выделенных по данным всех станций. Легенда в табл. 1

Fig. 1. Adaptive zones for the species prevailing in the net zooplankton by biomass — 39 zones distinguished on the data for all stations. Description in Table 1

Для единообразия представления материалов во всех следующих примерах адаптивные зоны, петерсеновские сообщества и ареалы видов выделены только по биомассе.

В траловой макрофауне пелагиали обследованного района выделяются 559 трехвидовых (рис. 3, табл. 3), 262 двухвидовых (рис. 4, табл. 4) петерсеновских сообщества и 54 адаптивные зоны (рис. 5, табл. 5), т.е. чем меньше число видов, по которым выделяются петерсеновские сообщества, тем меньше их число и, соответственно, больше их размеры.

* При экспресс-обработке планктонных проб [см. Волвенко, 2016] не все особи идентифицируются до вида.

Таблица 1

39 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в сетном зоопланктоне, выделенных по данным всех станций. Карта на рис. 1

Table 1

Adaptive zones for the species prevailing in the net zooplankton by biomass — 39 zones distinguished on the data for all stations (mapped at Fig. 1)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых одногрудусных трапедий	Суммарный объем трапедий до глубины 200 м/дно, тыс. км ³
1	<i>Parasagitta elegans</i>	573	670,512
2	<i>Neocalanus plumchrus+flemingeri*</i>	88	126,178
3	<i>Neocalanus cristatus</i>	69	110,787
4	<i>Thysanoessa raschii</i>	73	55,087
5	<i>Eucalanus bungii</i>	56	52,563
6	<i>Flaccisagitta maxima</i>	17	32,520
7	<i>Metridia okhotensis</i>	18	23,779
8	<i>Thysanoessa longipes</i>	14	17,627
9	<i>Aglantha digitale</i>	30	14,010
10	Копеподы*	5	9,480
11	<i>Pseudocalanus newmani</i>	10	7,527
12	<i>Metridia pacifica</i>	7	5,961
13	<i>Euphausia pacifica</i>	4	5,156
14	<i>Calanus glacialis+marshallae*</i>	8	3,287
15	<i>Thysanoessa inermis</i>	3	2,498
16	<i>Thysanoessa inspinata</i>	2	2,454
17	<i>Pseudocalanus</i> sp.*	5	2,397
18	<i>Beroe cucumis</i>	3	2,336
19	<i>Paracalanus parvus</i>	1	1,950
20	Thaliacea gen. sp.*	1	1,923
21	<i>Calanus pacificus</i>	1	1,869
22	Эвфаузииды*	2	1,836
23	<i>Limacina helicina</i>	4	1,520
24	<i>Centropages abdominalis</i>	10	1,349
25	<i>Themisto japonica</i>	1	1,288
26	<i>Themisto libellula</i>	3	1,046
27	Кумовые*	1	0,873
28	Иглокожие*	3	0,376
29	<i>Oithona similis</i>	4	0,336
30	<i>Neocalanus</i> sp.*	1	0,294
31	<i>Acartia clausi</i>	2	0,249
32	Gammaridae gen. sp.*	3	0,143
33	Остракоды*	1	0,088
34	<i>Acartia tumida</i>	1	0,083
35	<i>Oikopleura vanhoeffeni</i>	1	0,075
36	<i>Pseudocalanus minutus</i>	3	0,024
37	<i>Dimophyes arctica</i>	1	0,015
38	<i>Acartia longiremis</i>	1	0,014
39	Полихеты*	1	0,011

* При экспресс-обработке планктонных проб [см. Волвенко, 2016] не все особи идентифицируются до вида.

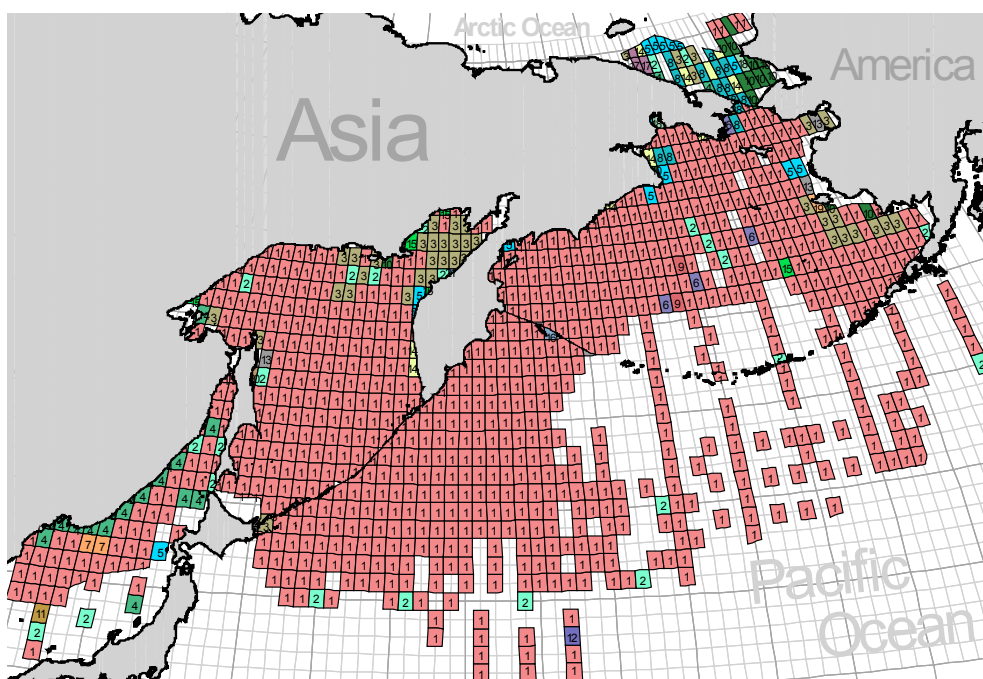


Рис. 2. 22 адаптивные зоны видов, преобладающих по численности в сетном зоопланктоне, выделенные по данным всех станций. Легенда в табл. 2

Fig. 2. Adaptive zones for the species prevailing in the net zooplankton by number of individuals — 22 zones distinguished on the data for all stations. Description in Table 2

Таблица 2

22 адаптивные зоны видов, преобладающих по численности в сетном зоопланктоне, выделенные по данным всех станций. Карта на рис. 2

Table 2

Adaptive zones for the species prevailing in the net zooplankton by number of individuals — 22 zones distinguished on the data for all stations (mapped at Fig. 2)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапезий	Суммарный объем трапезий до глубины 200 м/дно, тыс. км ³
1	<i>Oithona similis</i>	855	1070,297
2	Копеподы	24	25,386
3	<i>Pseudocalanus</i> sp.	43	20,085
4	<i>Pseudocalanus newmani</i>	21	14,931
5	Двустворчатые	15	4,564
6	<i>Pseudocalanus minutus</i>	5	3,691
7	<i>Oithona brevicornis</i>	2	3,681
8	<i>Balanus</i> sp.	14	2,839
9	<i>Neocalanus plumchrus+flemingeri</i>	2	2,707
10	Иглокожие	15	1,972
11	<i>Paracalanus parvus</i>	1	1,950
12	<i>Oncaea borealis</i>	1	1,950
13	<i>Metridia</i> sp.	5	1,501
14	Полихеты	11	1,412
15	<i>Limacina helicina</i>	5	1,278
16	<i>Metridia pacifica</i>	3	0,421
17	<i>Fritillaria</i> sp.	3	0,406
18	<i>Centropages abdominalis</i>	2	0,286
19	<i>Acartia clausi</i>	1	0,115
20	<i>Microcalanus pygmaeus</i>	1	0,037
21	<i>Acartia longiremis</i>	1	0,014
22	<i>Globigerina</i> sp.	1	< 0,001

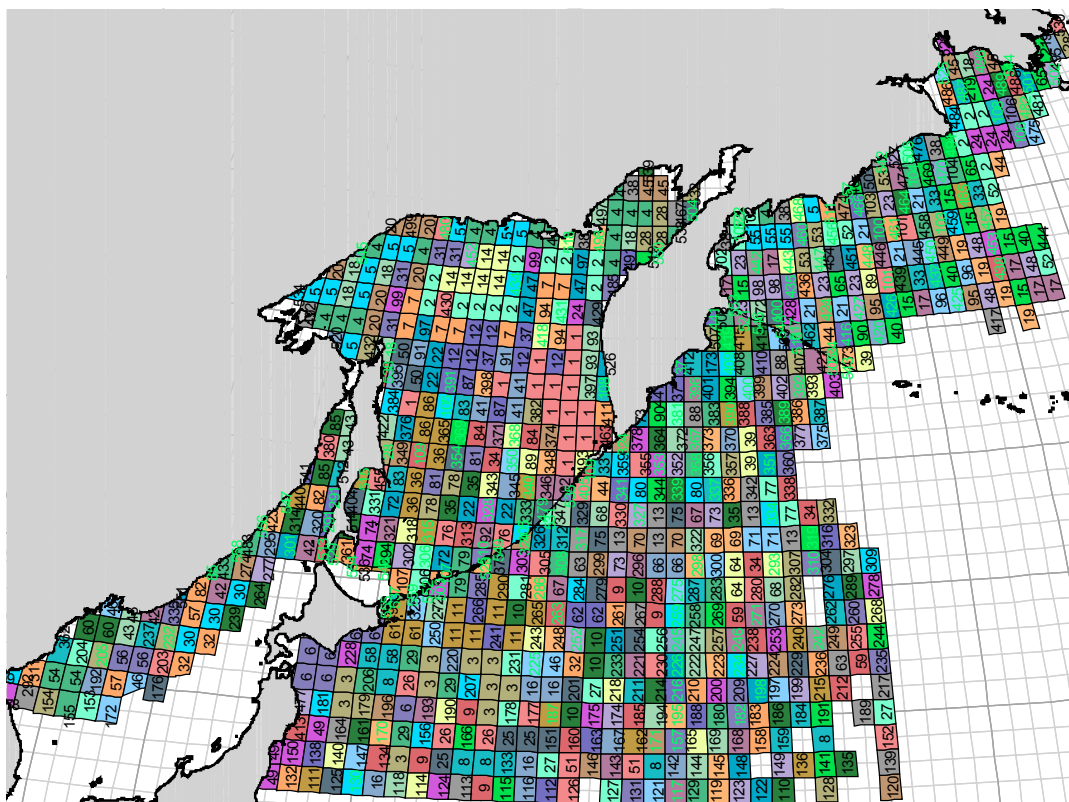


Рис. 3. 559 трехвидовых пetersеновских сообществ, выделенных по биомассе видов в траловой макрофауне пелагиали. Легенда в табл. 3

Fig. 3. Three-species Petersen communities for pelagic trawl macrofauna — 559 communities distinguished by biomass. Description in Table 3

Таблица 3
559 трехвидовых пetersеновских сообществ, выделенных по биомассе видов в траловой макрофауне пелагиали. Карта на рис. 3 (в этой и следующих таблицах приведены только 50 верхних строк)*

Table 3
Three-species Petersen communities for pelagic trawl macrofauna — 559 communities distinguished by biomass and mapped at Fig. 3 (top 50 lines are presented here and in next tables)*

№ п/п	Пetersеновское сообщество	Число занятых трапeций	Суммарная площадь трапeций, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Leuroglossus schmidt</i> + <i>Chrysaora melanaster</i>	14	105,685
2	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Chrysaora melanaster</i>	15	97,778
3	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Engraulis japonicus</i>	10	93,689
4	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Mallotus villosus</i>	16	92,053
5	<i>Clupea pallasii</i> + <i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Mallotus villosus</i>	11	70,268
6	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Engraulis japonicus</i> + <i>Scomber japonicus</i>	7	51,618
7	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Leuroglossus schmidt</i>	7	48,977
8	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Brama japonica</i>	5	48,207
9	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Trachipterus ishikawae</i>	5	46,782
10	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Oncorhynchus gorboscha</i>	5	45,415
11	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Diaphus theta</i>	5	44,999

* Полностью таблицы размещены на странице статьи на сайте журнала (<http://izvestiya.tinro-center.ru>) как дополнительный файл.

№ п/п	Петерсеновское сообщество	Число занятых трапеций	Суммарная площадь трапеций, тыс. км ²
12	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Leuroglossus schmidti</i>	6	43,444
13	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Oncorhynchus keta</i>	5	41,959
14	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Eumicrotremus soldatovi</i>	6	40,241
15	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i> + <i>Oncorhynchus keta</i>	6	39,866
16	<i>Scomber japonicus</i> + <i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Trachipterus ishikawae</i>	4	38,313
17	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i> + <i>Medusae</i> gen. sp.	6	38,040
18	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Cyanea capillata</i>	6	36,646
19	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i> + <i>Aptocyclus ventricosus</i>	5	33,826
20	<i>Clupea pallasii</i> + <i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Cyanea capillata</i>	6	33,482
21	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Aequorea</i> sp. + <i>Oncorhynchus keta</i>	5	33,099
22	<i>Leuroglossus schmidti</i> + <i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	4	31,365
23	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i> + <i>Aequorea</i> sp.	5	30,278
24	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Clupea pallasii</i>	5	29,919
25	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Ceratoscopelus warmingii</i>	3	28,983
26	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Paramonacanthus japonicus</i>	3	28,577
27	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Brama japonica</i> + <i>Scomber japonicus</i>	3	28,573
28	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Mallotus villosus</i> + <i>Cyanea capillata</i>	5	28,231
29	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i> + <i>Notoscopelus japonicus</i>	3	28,161
30	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Watasenia scintillans</i> + <i>Todarodes pacificus</i>	3	27,173
31	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Limanda sakhalinensis</i>	4	27,064
32	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Todarodes pacificus</i> + <i>Watasenia scintillans</i>	3	26,988
33	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i>	4	26,015
34	<i>Leuroglossus schmidti</i> + <i>Boreoteuthis borealis</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	3	24,882
35	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Leuroglossus schmidti</i>	3	24,731
36	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Leuroglossus schmidti</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	3	24,409
37	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Medusae</i> gen. sp. + <i>Chrysaora melanaster</i>	4	24,113
38	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Mallotus villosus</i> + <i>Clupea pallasii</i>	5	23,767
39	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	3	23,082
40	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i> + <i>Leuroglossus schmidti</i>	4	22,893
41	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Leuroglossus schmidti</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	3	22,754
42	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Todarodes pacificus</i>	3	21,707
43	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i>	4	21,699
44	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Aequorea</i> sp.	3	21,290
45	<i>Mallotus villosus</i> + <i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i>	4	21,216
46	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Engraulis japonicus</i> + <i>Todarodes pacificus</i>	3	21,141
47	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i> + <i>Tima sachalinensis</i>	3	20,482
48	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i> + <i>Teuthida</i> gen. sp.	3	20,300
49	<i>Scomber japonicus</i> + <i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Engraulis japonicus</i>	3	19,972
50	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Leuroglossus schmidti</i> + <i>Clupea pallasii</i>	3	19,928

Благоприятным для пелагического рыболовства в этом регионе является то, что большую часть его акватории занимают адаптивные зоны ценных промысловых видов. В первой десятке среди них минтай *Theragra chalcogramma* (28 %), дальневосточная сардина (иваси) *Sardinops melanostictus* (22 %), горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (10 %), скумбрия *Scomber japonicus* (4 %), кета *Oncorhynchus keta* (3 %), тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (3 % площади региона, показанного на рис. 3–5).

Нужно заметить, что на рис. 5 представлена обобщенная картина, построенная по данным почти 40-летнего экосистемного мониторинга исключительной экономической зоны (ИЭЗ) РФ и сопредельных вод. Естественно, она не одинакова для различных многолетних периодов (рис. 6–9, табл. 6–9) и сезонов года (рис. 10–13, табл. 10–13).

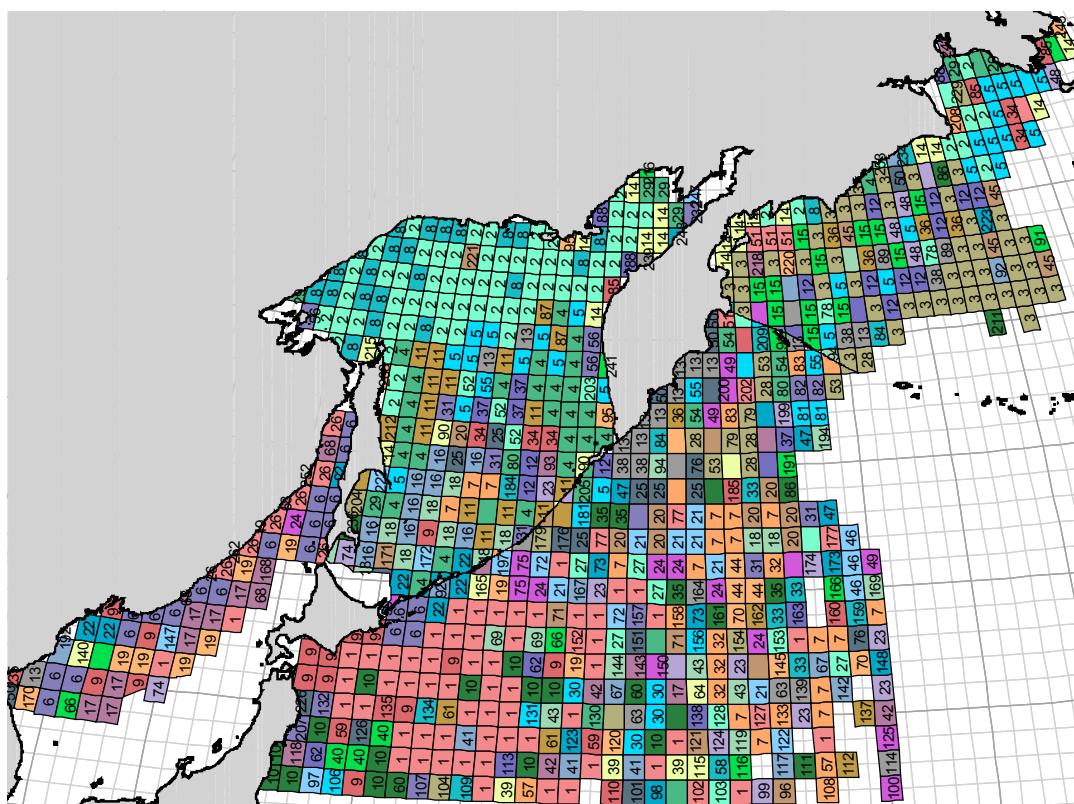


Рис. 4. 262 двухвидовых пetersеновских сообщества, выделенные по биомассе видов в траловой макрофауне пелагиали. Легенда в табл. 4

Fig. 4. Two-species Petersen communities for pelagic trawl macrofauna — 262 communities distinguished by biomass. Description in Table 4

Таблица 4

262 двухвидовых пetersеновских сообщества, выделенные по биомассе видов в траловой макрофауне пелагиали. Карта на рис. 4

Table 4

Two-species Petersen communities for pelagic trawl macrofauna — 262 communities distinguished by biomass (mapped at Fig. 4)

№ п/п	Петерсеновское сообщество	Число занятых трапещей	Суммарная площадь трапещей, тыс. км ²
1	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Scomber japonicus</i>	59	550,777
2	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Clupea pallasii</i>	66	418,424
3	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Stenobranchius leucopsarus</i>	44	279,496
4	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Leuroglossus schmidtii</i>	27	196,978
5	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Chrysaora melanaster</i>	27	174,905
6	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	21	153,491
7	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Oncorhynchus keta</i>	17	148,543
8	<i>Clupea pallasii</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	23	136,051
9	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Engraulis japonicus</i>	15	118,978
10	<i>Scomber japonicus</i> + <i>Sardinops melanostictus</i>	13	115,416
11	<i>Leuroglossus schmidtii</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	13	96,763
12	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Oncorhynchus keta</i>	13	88,211
13	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Medusae</i> gen. sp.	14	83,815
14	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Mallotus villosus</i>	17	83,681
15	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Aequorea</i> sp.	12	79,262
16	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Leuroglossus schmidtii</i>	9	74,330
17	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Watasenia scintillans</i>	8	74,289

Окончание табл. 3
Table 3 finished

№ п/п	Петерсеновское сообщество	Число занятых трапеций	Суммарная площадь трапеций, тыс. км ²
18	<i>Leuroglossus schmidtii</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	10	72,971
19	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Todarodes pacificus</i>	9	72,165
20	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Chrysaora melanaster</i>	8	66,202
21	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Boreoteuthis borealis</i>	7	60,379
22	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Sardinops melanostictus</i>	9	58,607
23	<i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	6	53,978
24	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	6	52,258
25	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	6	48,649
26	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Clupea pallasii</i>	8	45,423
27	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Scomber japonicus</i>	5	44,242
28	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Oncorhynchus keta</i>	5	38,362
29	<i>Mallotus villosus</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	7	37,796
30	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Myctophidae</i> gen. sp.	4	37,784
31	<i>Leuroglossus schmidtii</i> + <i>Boreoteuthis borealis</i>	5	36,804
32	<i>Cololabis saira</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	4	36,215
33	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Oncorhynchus nerka</i>	4	35,012
34	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	5	34,914
35	<i>Engraulis japonicus</i> + <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	4	34,118
36	<i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Aequorea</i> sp.	5	33,434
37	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Leuroglossus schmidtii</i>	4	30,563
38	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Boreoteuthis borealis</i>	4	29,839
39	<i>Ceratoscopelus warmingii</i> + <i>Diaphus perspicillatus</i>	3	29,376
40	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Salpidae</i> gen. sp.	3	29,115
41	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Ceratoscopelus warmingii</i>	3	29,115
42	<i>Sardinops melanostictus</i> + <i>Brama japonica</i>	3	28,573
43	<i>Scomber japonicus</i> + <i>Trachipterus ishikawae</i>	3	28,026
44	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> + <i>Brama japonica</i>	3	26,134
45	<i>Stenobrachius leucopsarus</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	4	25,973
46	<i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Oncorhynchus nerka</i>	3	25,827
47	<i>Chrysaora melanaster</i> + <i>Aequorea</i> sp.	3	24,243
48	<i>Oncorhynchus keta</i> + <i>Theragra chalcogramma</i>	4	24,201
49	<i>Boreoteuthis borealis</i> + <i>Medusae</i> gen. sp.	3	23,550
50	<i>Theragra chalcogramma</i> + <i>Beryteuthis magister</i>	6	23,046

На рис. 6–9 видно, что минтай и иваси, почти повсеместно преобладавшие на исследуемой акватории в 1979–1990 гг., с изменением климато-океанологической ситуации в следующие годы сильно сократили размеры своих адаптивных зон. Адаптивную зону сардины в Японском море заняли кальмары: сначала кальмар-светлячок *Watasenia scintillans*, а за ним тихоокеанский *Todarodes pacificus*. В океане на месте преобладания сардины возникли адаптивные зоны японского анчоуса *Engraulis japonicus*, мелких мезопелагических рыб, кальмаров, медуз и сальп, а в 2006–2014 гг. — еще и горбуши. Вместе с тем адаптивную зону минтая в Охотском море потеснили сельдь, горбуша, мойва, мезопелагические рыбы и медузы, а в Беринговом море почти полностью заняли медузы, миктофиды, кальмары, кета, горбуша и северный одноперый терпуг *Pleurogrammus monopterygius*.

По сезонным изменениям адаптивных зон (рис. 10–13) прослеживаются распространение на север сардины и других теплолюбивых видов с повышением температуры воды, а также преднерестовые миграции кеты и горбуши. В данном случае (и на всех следующих рисунках) имеются в виду не календарные времена года, а 4 биологических сезона [Шунтов, 2001]: 1 — летний — с 1 июня по 15 сентября, 2 — осенний — с 16

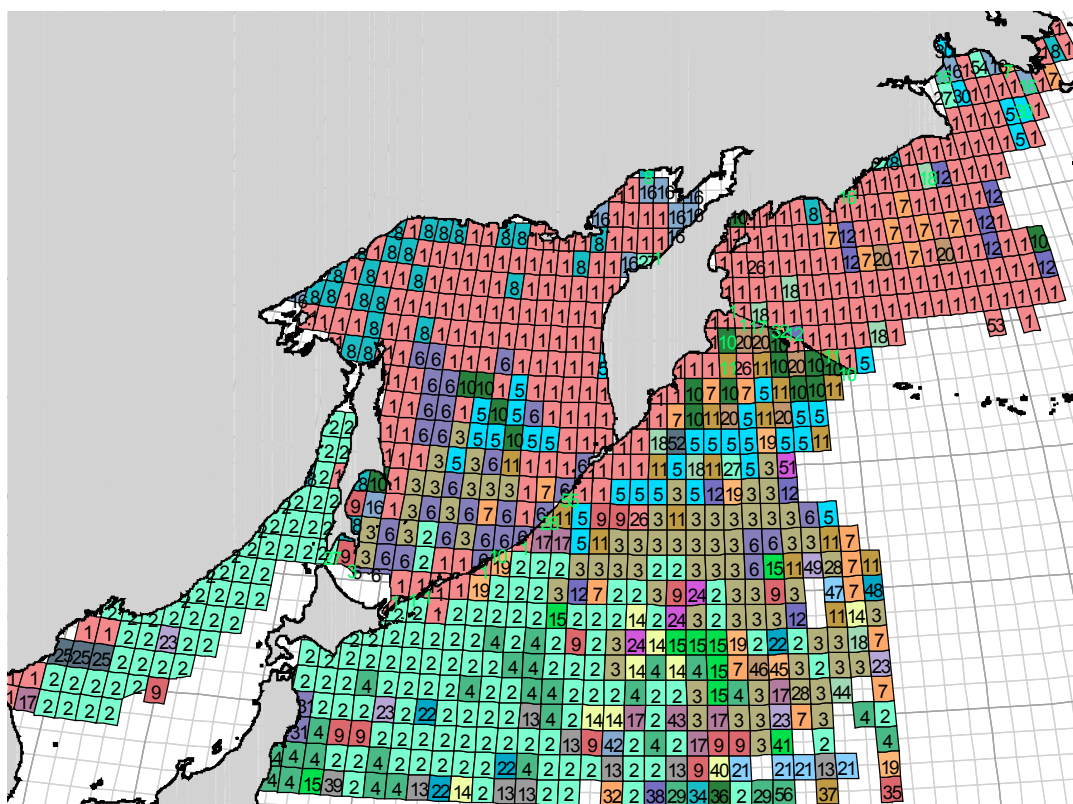


Рис. 5. 54 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным всех траловых съемок. Легенда в табл. 5

Fig. 5. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 54 zones distinguished on the data of all surveys by mid-water trawls. Description in Table 5

Таблица 5

54 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным всех траловых съемок. Карта на рис. 5

Table 5

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 54 zones distinguished on the data of all surveys by mid-water trawls (mapped at Fig. 5)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапедий	Суммарная площадь трапедий, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	275	1707,174
2	<i>Sardinops melanostictus</i>	159	1347,299
3	<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	70	598,038
4	<i>Scomber japonicus</i>	26	237,719
5	<i>Chrysaora melanaster</i>	31	234,285
6	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	32	229,920
7	<i>Oncorhynchus keta</i>	22	162,016
8	<i>Clupea pallasii</i>	30	161,406
9	<i>Engraulis japonicus</i>	14	125,880
10	Медузы	19	117,378
11	<i>Boreoteuthis borealis</i>	18	138,690
12	<i>Stenobrachius leucopsarus</i>	12	82,248
13	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	8	77,980
14	<i>Trachipterus ishikawae</i>	8	74,129
15	<i>Cololabis saira</i>	8	73,122
16	<i>Mallotus villosus</i>	15	65,893
17	Myctophidae gen. sp.	8	64,334

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапеций	Суммарная площадь трапеций, тыс. км ²
18	<i>Aequorea</i> sp.	7	50,692
19	<i>Diaphus theta</i>	6	51,267
20	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	7	50,003
21	<i>Prionace glauca</i>	4	38,993
22	<i>Notoscopelus japonicus</i>	4	38,166
23	<i>Watasenia scintillans</i>	4	37,366
24	Сальпы	3	26,732
25	<i>Todarodes pacificus</i>	3	26,537
26	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	3	22,185
27	<i>Cyanea capillata</i>	5	20,710
28	<i>Oncorhynchus nerka</i>	3	20,434
29	<i>Brama japonica</i>	2	19,756
30	<i>Boreogadus saida</i>	3	13,788
31	<i>Laemonema longipes</i>	2	12,948
32	Gonatidae gen. sp.	2	10,819
33	<i>Thunnus alalunga</i>	1	9,878
34	<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	1	9,878
35	<i>Argyropelecus</i> sp.	1	9,878
36	<i>Leptocephalus</i> sp.	1	9,878
37	<i>Symbolophorus californiensis</i>	1	9,878
38	<i>Diaphus perspicillatus</i>	1	9,878
39	Пиромомы	2	19,498
40	<i>Vinciguerria nimbaria</i>	1	9,617
41	<i>Xiphias gladius</i>	1	9,617
42	<i>Diaphus chrysorhynchus</i>	1	9,481
43	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	1	9,343
44	Teuthida gen. sp.	1	9,202
45	<i>Salpa maxima</i>	1	9,202
46	<i>Lamna ditropis</i>	1	8,762
47	<i>Albatrossia pectoralis</i>	1	8,762
48	<i>Gonatus kamtschaticus</i>	1	8,610
49	<i>Phacellophora camtschatica</i>	1	7,974
50	<i>Gonatus tinro</i>	1	7,809

сентября по 30 ноября, 3 — зимний — с 1 декабря по 31 марта, 4 — весенний — с 1 апреля по 31 мая.

Совместное картирование ареалов и адаптивных зон нескольких массовых видов дает наглядные примеры того, как ареалы некоторых из них не пересекаются (рис. 14), других слабо (рис. 15) или сильно перекрываются (рис. 16, 17). При этом их адаптивные зоны располагаются далеко друг от друга (рис. 14, 15) либо тесно соприкасаются (рис. 17). Размеры адаптивных зон могут быть сопоставимыми с размерами ареалов (рис. 17) либо значительно меньше их (рис. 14, 15). На рис. 16 видно, что у одного из близкородственных викарирующих видов адаптивная зона располагается в северо-западной части обследованной акватории, а у второго — вообще отсутствует (либо находится южнее ИЭЗ РФ).

Обратим внимание на то, что минтай обитает только в северной Пацифике [Шунтов и др., 1993]. Границы его ареала приблизительно вписываются в пределы Тихоокеанской бореальной биогеографической области (рис. 17), хотя в Южном полушарии есть не менее подходящие условия для обитания этого вида. Сайка, или полярная тресочка, *Boreogadus saida* обитает по всей акватории Северного Ледовитого океана

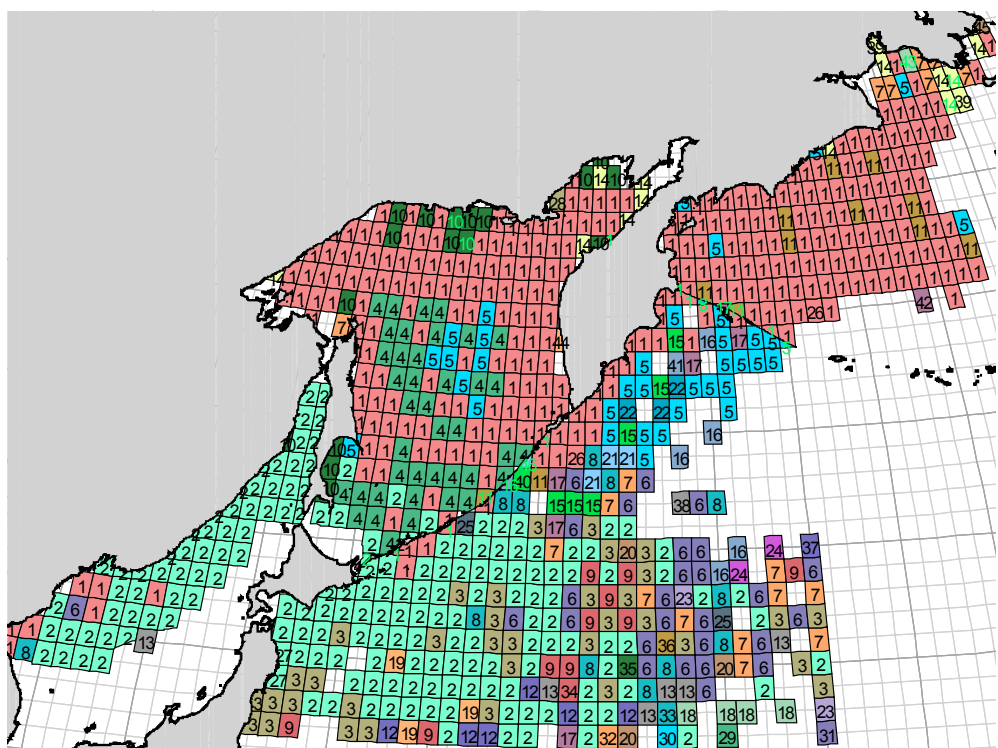


Рис. 6. 46 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 1979–1990 гг. Легенда в табл. 6

Fig. 6. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 46 zones distinguished on the data of trawl surveys in 1979–1990. Description in Table 6

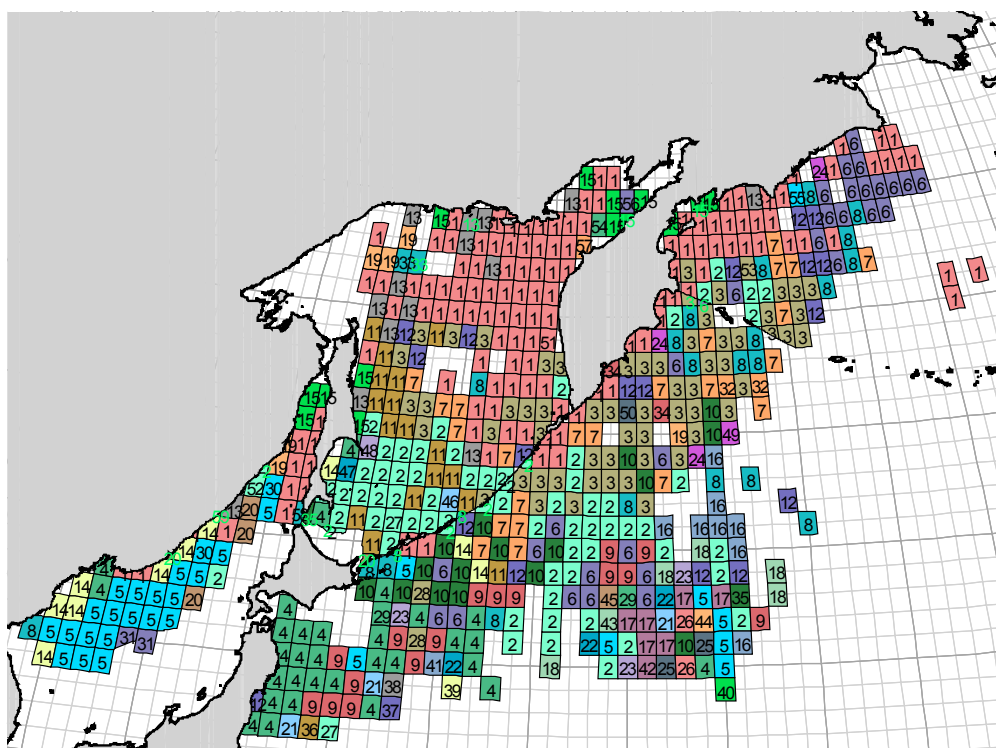


Рис. 7. 59 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 1991–1995 гг. Легенда в табл. 7

Fig. 7. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 59 zones distinguished on the data of trawl surveys in 1991–1995 (mapped at Fig. 7)

Таблица 6

46 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 1979–1990 гг. Карта на рис. 6

Table 6

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 46 zones distinguished on the data of trawl surveys in 1979–1990 (mapped at Fig. 6)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапещей	Суммарная площадь трапещей, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	296	1877,569
2	<i>Sardinops melanostictus</i>	171	1430,751
3	<i>Scomber japonicus</i>	35	318,310
4	<i>Leuroglossus schmidti</i>	40	310,264
5	Медузы	37	252,741
6	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	27	244,474
7	<i>Oncorhynchus keta</i>	18	131,975
8	Myctophidae gen. sp.	13	107,481
9	<i>Trachipterus ishikawae</i>	10	92,920
10	<i>Clupea pallasii</i>	17	88,214
11	<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	12	73,025
12	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	6	58,749
13	<i>Engraulis japonicus</i>	6	57,425
14	<i>Mallotus villosus</i>	12	52,204
15	<i>Boreoteuthis borealis</i>	6	48,280
16	<i>Oncorhynchus nerka</i>	6	43,563
17	Gonatidae gen. sp.	6	42,496
18	<i>Prionace glauca</i>	4	38,993
19	<i>Notoscopelus japonicus</i>	3	29,108
20	<i>Brama japonica</i>	3	28,121
21	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	3	24,572
22	<i>Gonatus onyx</i>	3	23,259
23	<i>Diaphus theta</i>	2	18,807
24	<i>Okutania anonycha</i>	2	17,673
25	Teuthida gen. sp.	2	16,953
26	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	2	15,261
27	<i>Laemonema longipes</i>	2	12,948
28	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	1	5,171
29	<i>Lampanyctus festivus</i>	1	9,881
30	<i>Argyroteleus</i> sp.	1	9,878
31	<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	1	9,878
32	<i>Symbolophorus californiensis</i>	1	9,878
33	Пиромомы	1	9,749
34	<i>Xiphias gladius</i>	1	9,617
35	<i>Diaphus chrysorhynchus</i>	1	9,481
36	<i>Cololabis saira</i>	1	9,343
37	<i>Albatrossia pectoralis</i>	1	8,762
38	<i>Alepisaurus ferox</i>	1	8,455
39	<i>Boreogadus saida</i>	2	8,333
40	<i>Lamna ditropis</i>	1	8,010
41	<i>Berryteuthis magister</i>	1	7,471
42	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	1	7,124
43	Pandalidae gen. sp.	1	5,176
44	<i>Limanda aspera</i>	1	2,740
45	<i>Leptoclinus maculatus</i>	1	2,487
46	<i>Coryphaenoides cinereus</i>	1	1,836

Таблица 7

59 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 1991–1995 гг. Карта на рис. 7

Table 7

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 59 zones distinguished on the data of trawl surveys in 1991–1995 (mapped at Fig. 7)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапещей	Суммарная площадь трапещей, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	133	828,792
2	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	69	521,175
3	<i>Chrysaora melanaster</i>	60	440,372
4	<i>Engraulis japonicus</i>	31	274,536
5	<i>Watasenia scintillans</i>	27	250,0
6	<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	31	222,270
7	<i>Boreoteuthis borealis</i>	23	178,680
8	Медузы	23	157,891
9	Сальпы	16	148,238
10	<i>Diaphus theta</i>	16	139,160
11	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	17	136,442
12	<i>Oncorhynchus keta</i>	18	130,951
13	<i>Clupea pallasii</i>	14	92,846
14	<i>Todarodes pacificus</i>	10	83,226
15	<i>Mallotus villosus</i>	14	72,737
16	<i>Oncorhynchus nerka</i>	8	69,138
17	<i>Notoscopelus japonicus</i>	6	55,206
18	Gonatidae gen. sp.	5	45,126
19	<i>Cyanea capillata</i>	6	36,233
20	Гребневики	5	28,961
21	<i>Cololabis saira</i>	3	28,697
22	Пиромомы	3	27,882
23	<i>Trachipterus ishikawae</i>	3	27,595
24	<i>Berryteuthis magister</i>	3	21,465
25	<i>Pterothrissus gissu</i>	2	18,826
26	<i>Brama japonica</i>	2	18,684
27	<i>Sardinops melanostictus</i>	2	18,488
28	<i>Tarletonbeania crenularis</i>	2	18,401
29	<i>Symbolophorus californiensis</i>	2	18,260
30	<i>Gonatopsis octopedatus</i>	2	17,367
31	<i>Scomber japonicus</i>	2	16,200
32	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	2	15,282
33	<i>Eumicrotremus soldatovi</i>	2	13,534
34	Teuthida gen. sp.	2	11,840
35	<i>Lamna ditropis</i>	2	11,716
36	<i>Diaphus perspicillatus</i>	1	9,878
37	<i>Ommastrephes bartramii</i>	1	9,749
38	<i>Lestidiops ringens</i>	1	9,617
39	<i>Katsuwonus pelamis</i>	1	9,617
40	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	1	9,617
41	<i>Lampris guttatus</i>	1	9,481
42	<i>Prionace glauca</i>	1	9,481
43	<i>Thunnus alalunga</i>	1	9,202
44	<i>Mola mola</i>	1	9,202
45	<i>Gonatus madokai</i>	1	9,058
46	<i>Pleurogrammus</i> sp.	1	8,455
47	<i>Podothecus accipenserinus</i>	1	8,297
48	<i>Leptoclinus maculatus</i>	1	7,984
49	<i>Phacellophora camtschatica</i>	1	7,974
50	<i>Gonatus tinro</i>	1	7,809

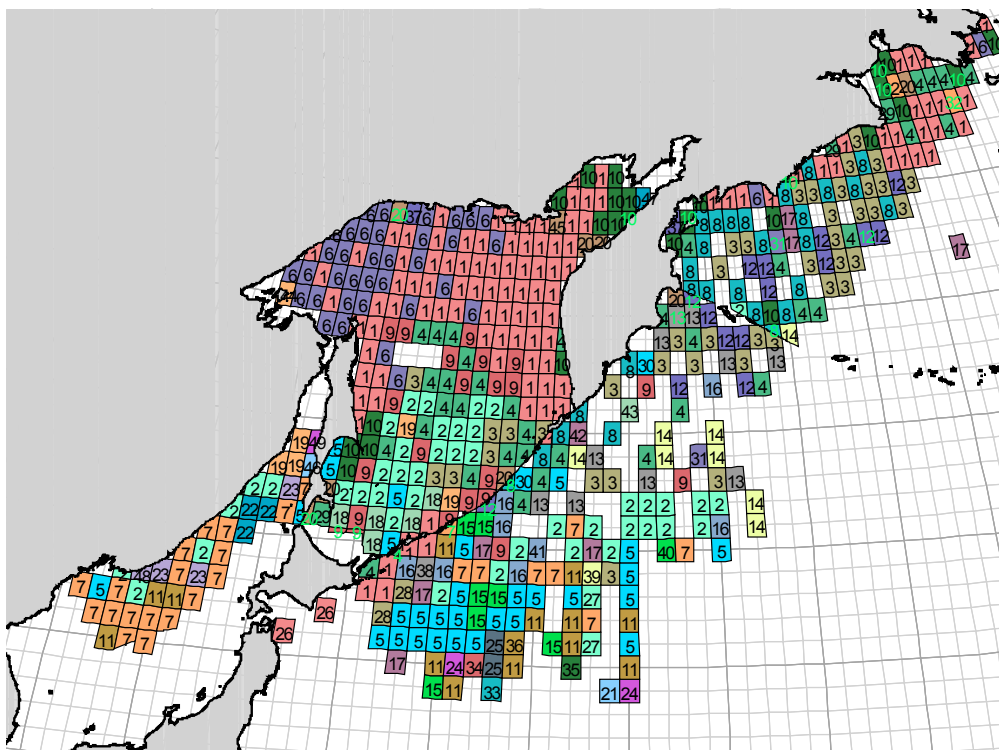


Рис. 8. 49 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 1996–2005 гг. Легенда в табл. 8

Fig. 8. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 49 zones distinguished on the data of trawl surveys in 1996–2005. Description in Table 8

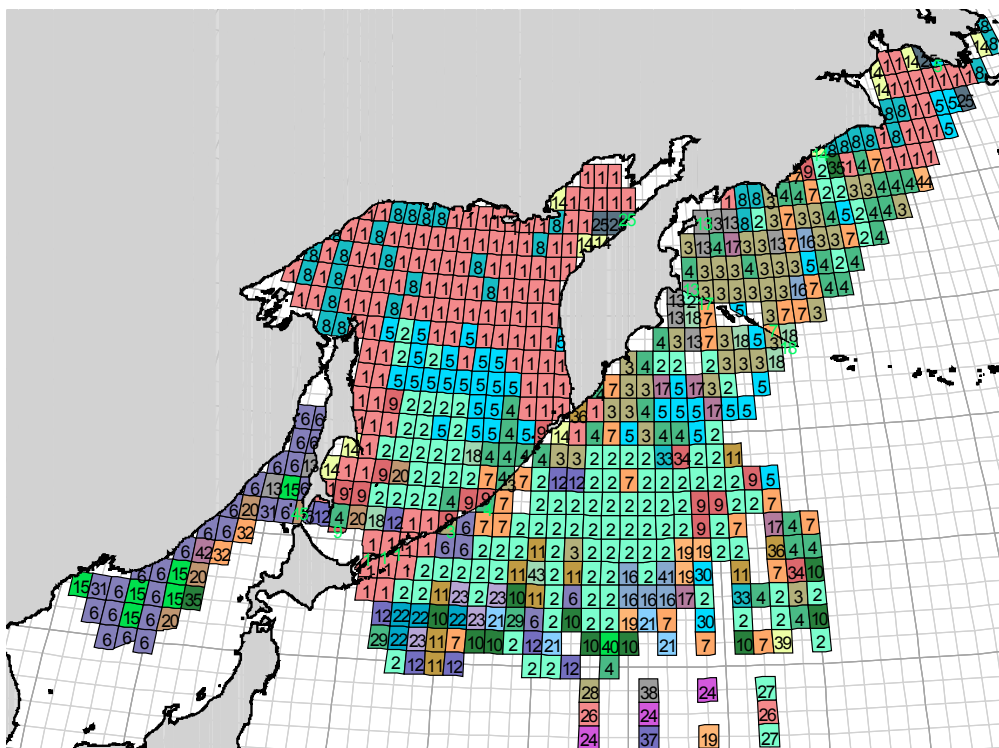


Рис. 9. 45 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 2006–2014 гг. Легенда в табл. 9

Fig. 9. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 45 zones distinguished on the data of trawl surveys in 2006–2014. Description in Table 9

Таблица 8

49 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным траловых съемок 1996–2005 гг. Карта на рис. 8

Table 8

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 49 zones distinguished on the data of trawl surveys in 1996–2005 (mapped at Fig. 8)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапещей	Суммарная площадь трапещей, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	113	709,227
2	<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	43	346,241
3	<i>Oncorhynchus keta</i>	41	285,043
4	<i>Chrysaora melanaster</i>	38	257,813
5	<i>Engraulis japonicus</i>	29	249,313
6	<i>Clupea pallasii</i>	37	234,734
7	<i>Todarodes pacificus</i>	26	217,0
8	<i>Aequorea</i> sp.	28	169,722
9	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	22	153,091
10	<i>Mallotus villosus</i>	26	141,238
11	<i>Watasenia scintillans</i>	13	120,570
12	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	15	96,952
13	<i>Boreoteuthis borealis</i>	10	78,131
14	<i>Gonatus kamtschaticus</i>	8	63,323
15	<i>Diaphus theta</i>	7	62,640
16	<i>Cololabis saira</i>	7	59,914
17	<i>Stenobrachius leucopsarus</i>	7	55,818
18	<i>Pleurogrammus</i> sp.	5	42,801
19	<i>Pleurogrammus azonus</i>	5	39,547
20	<i>Cyanea capillata</i>	8	36,016
21	<i>Echiostoma barbatum</i>	1	9,617
22	<i>Aurelia aurita</i>	3	25,983
23	Hydrozoa gen. sp.	3	25,738
24	<i>Enoplateuthis chunii</i>	2	19,098
25	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	2	18,825
26	<i>Laemonema longipes</i>	2	18,508
27	Сальпы	2	18,401
28	<i>Notoscopelus japonicus</i>	2	18,260
29	<i>Ammodytes hexapterus</i>	3	16,137
30	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2	15,481
31	<i>Oncorhynchus nerka</i>	2	14,723
32	<i>Boreogadus saida</i>	2	11,103
33	<i>Prionace glauca</i>	1	9,617
34	Пиромомы	1	9,482
35	<i>Xiphias gladius</i>	1	9,482
36	<i>Trachipterus ishikawae</i>	1	9,343
37	<i>Aurelia limbata</i>	2	9,266
38	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	1	8,912
39	<i>Mola mola</i>	1	8,912
40	<i>Okutania anonycha</i>	1	8,762
41	<i>Brama japonica</i>	1	8,762
42	<i>Berryteuthis magister</i>	1	7,974
43	<i>Phacellophora camtschatica</i>	1	7,809
44	<i>Limanda sakhalinensis</i>	1	5,364
45	<i>Gonatus madokai</i>	1	5,138
46	Scyphozoa gen. sp.	1	4,859
47	<i>Eumicrotremus soldatovi</i>	1	4,749
48	<i>Squalus acanthias</i>	1	4,219
49	<i>Oncorhynchus masou</i>	1	3,990

Таблица 9

45 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали,
выделенных по данным траловых съемок 2006–2014 гг. Карта на рис. 9

Table 9

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 45 zones distinguished
on the data of trawl surveys in 2006–2014 (mapped at Fig. 9)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапечий	Суммарная площадь трапечий, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	148	950,049
2	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	112	933,217
3	<i>Aequorea</i> sp.	45	304,572
4	<i>Oncorhynchus keta</i>	40	284,579
5	<i>Chrysaora melanaster</i>	40	283,716
6	<i>Todarodes pacificus</i>	29	218,833
7	<i>Boreoteuthis borealis</i>	28	210,143
8	<i>Clupea pallasii</i>	33	188,857
9	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	14	95,694
10	<i>Watasenia scintillans</i>	10	92,292
11	<i>Stenobrachius leucopsarus</i>	9	80,574
12	<i>Engraulis japonicus</i>	9	80,138
13	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	11	67,879
14	<i>Cyanea capillata</i>	11	54,651
15	<i>Gonatopsis octopedatus</i>	6	53,952
16	<i>Cololabis saira</i>	6	49,619
17	<i>Oncorhynchus nerka</i>	7	48,359
18	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	7	45,939
19	<i>Brama japonica</i>	5	45,516
20	<i>Pleurogrammus azonus</i>	5	43,161
21	<i>Symbolophorus californiensis</i>	4	37,090
22	<i>Notoscopelus japonicus</i>	4	36,950
23	<i>Scomber japonicus</i>	4	36,661
24	<i>Ommastrephes bartramii</i>	3	29,244
25	<i>Mallotus villosus</i>	5	24,415
26	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	2	19,498
27	<i>Leptocephalus</i> sp.	2	19,495
28	<i>Alepisaurus ferox</i>	1	9,617
29	<i>Sardinops melanostictus</i>	2	18,545
30	<i>Salpa maxima</i>	2	18,113
31	<i>Takifugu porphyreus</i>	2	17,812
32	<i>Aurelia aurita</i>	2	17,674
33	<i>Phacellophora camtschatica</i>	2	17,196
34	<i>Diaphus theta</i>	2	17,049
35	<i>Berryteuthis magister</i>	2	15,231
36	<i>Lamna ditropis</i>	2	13,390
37	<i>Thunnus alalunga</i>	1	9,878
38	<i>Diaphus gigas</i>	1	9,617
39	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	1	9,343
40	<i>Pterothrissus gissu</i>	1	9,343
41	<i>Okutania anonycha</i>	1	8,912
42	Gonatidae gen. sp.	1	8,912
43	<i>Trachipterus ishikawae</i>	1	8,912
44	<i>Gonatus kamtschaticus</i>	1	6,217
45	<i>Oncorhynchus masou</i>	1	3,828

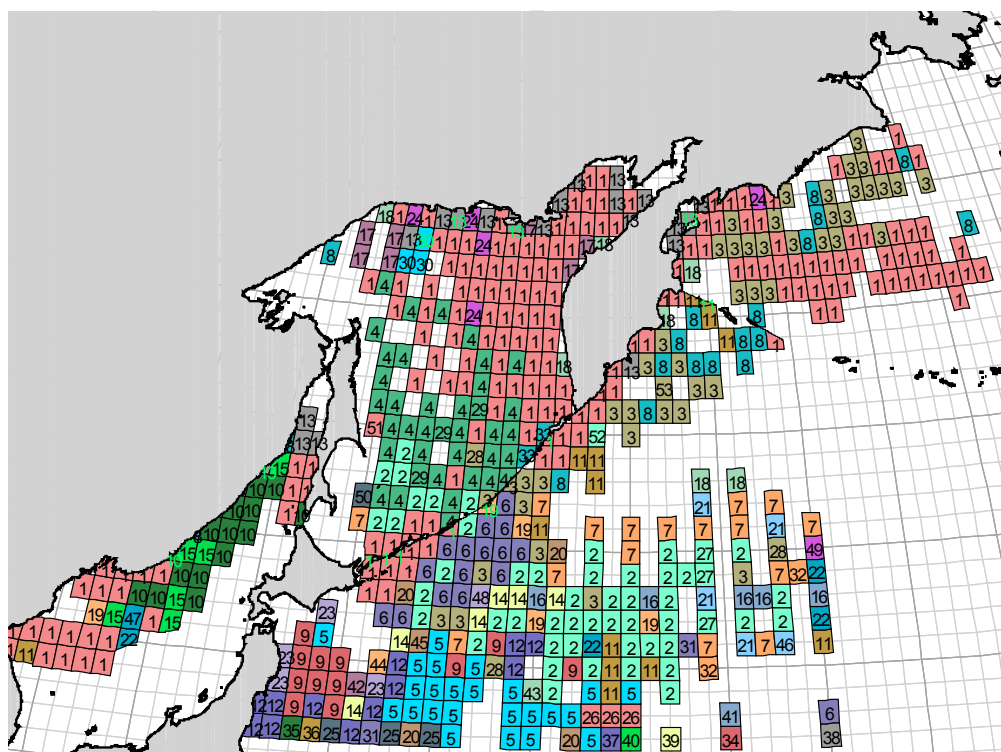


Рис. 10. 53 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным зимних траловых съемок. Легенда в табл. 10

Fig. 10. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 53 zones distinguished on the data of winter trawl surveys. Description in Table 10

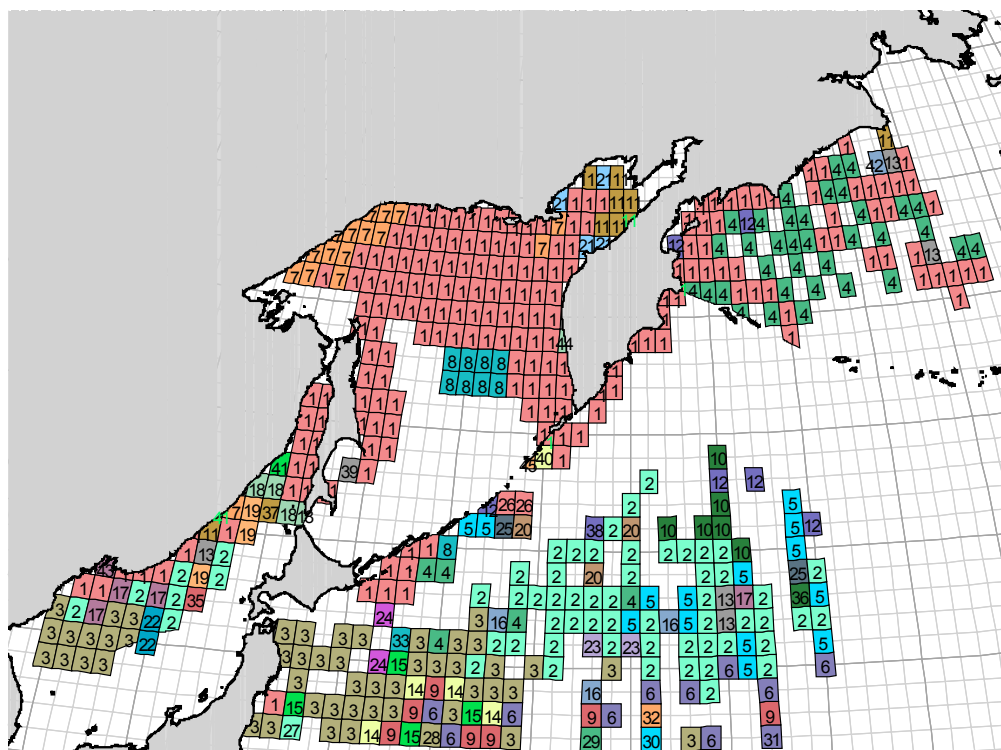


Рис. 11. 44 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным весенних траловых съемок. Легенда в табл. 11

Fig. 11. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 44 zones distinguished on the data of spring trawl surveys. Description in Table 11

53 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным зимних траловых съемок. Карта на рис. 10

Table 10

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 53 zones distinguished on the data of winter trawl surveys (mapped at Fig. 10)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапечий	Суммарная площадь трапечий, тыс. км²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	184	1224,020
2	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	48	432,235
3	<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	46	322,403
4	<i>Leuroglossus schmidt</i>	35	268,612
5	<i>Sardinops melanostictus</i>	24	231,953
6	<i>Diaphus theta</i>	16	142,351
7	<i>Boreoteuthis borealis</i>	16	140,252
8	Медузы	19	121,666
9	<i>Engraulis japonicus</i>	12	114,444
10	Гребневики	15	113,101
11	Myctophidae gen. sp.	14	107,512
12	<i>Scomber japonicus</i>	12	106,562
13	<i>Mallotus villosus</i>	21	101,730
14	Сальпы	6	55,468
15	<i>Gonatopsis octopedatus</i>	6	50,341
16	<i>Oncorhynchus keta</i>	5	45,291
17	<i>Aurelia aurita</i>	7	40,866
18	<i>Chrysaora melanaster</i>	7	40,685
19	Кальмары	5	40,077
20	Gonatidae gen. sp.	4	37,576
21	<i>Oncorhynchus nerka</i>	4	35,468
22	<i>Watasenia scintillans</i>	4	34,175
23	<i>Laemonema longipes</i>	4	31,766
24	<i>Clupea pallasii</i>	5	31,306
25	<i>Trachipterus ishikawae</i>	3	29,634
26	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	3	29,247
27	<i>Salpa maxima</i>	3	26,875
28	<i>Lamna ditropis</i>	3	26,381
29	<i>Stenobranchius nannochir</i>	3	24,081
30	<i>Eumicrotremus soldatovi</i>	3	20,120
31	<i>Notoscopelus japonicus</i>	2	19,221
32	<i>Alepisaurus ferox</i>	2	18,394
33	<i>Aequorea</i> sp.	2	11,453
34	<i>Lampanyctus festivus</i>	1	9,881
35	<i>Cololabis saira</i>	1	9,879
36	<i>Diaphus perspicillatus</i>	1	9,878
37	<i>Symbolophorus californiensis</i>	1	9,878
38	<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	1	9,878
39	<i>Argyropelecus</i> sp.	1	9,878
40	<i>Brama japonica</i>	1	9,878
41	<i>Abraliopsis felis</i>	1	9,746
42	Головоногие	1	9,617
43	<i>Enoploteuthis chunii</i>	1	9,617
44	Пиромомы	1	9,481
45	<i>Tarletonbeania crenularis</i>	1	9,343
46	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	1	9,343
47	<i>Gonatopsis</i> sp.	1	9,343
48	<i>Todarodes pacificus</i>	1	9,059
49	<i>Albatrossia pectoralis</i>	1	8,762
50	<i>Phacellophora camtschatica</i>	1	8,455

44 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным весенних траловых съемок. Карта на рис. 11

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 44 zones distinguished on the data of spring trawl surveys (mapped at Fig. 11)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапещий	Суммарная площадь трапещий, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	194	1259,591
2	<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	59	536,432
3	<i>Sardinops melanostictus</i>	49	456,493
4	<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	40	269,311
5	<i>Oncorhynchus keta</i>	14	124,846
6	<i>Brama japonica</i>	10	96,816
7	<i>Clupea pallasii</i>	16	88,110
8	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	9	69,211
9	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	7	68,498
10	<i>Oncorhynchus nerka</i>	6	51,184
11	<i>Mallotus villosus</i>	9	51,026
12	Медузы	6	40,065
13	Кальмары	5	39,968
14	<i>Scomber japonicus</i>	4	38,861
15	<i>Notoscopelus japonicus</i>	4	38,857
16	<i>Alepisaurus ferox</i>	3	28,021
17	<i>Lamna ditropis</i>	4	36,806
18	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	4	27,856
19	Ctenophora gen. sp.	3	26,431
20	<i>Boreoteuthis borealis</i>	3	26,132
21	<i>Cyanea capillata</i>	4	19,785
22	<i>Todarodes pacificus</i>	2	18,825
23	<i>Watasenia scintillans</i>	2	18,686
24	<i>Engraulis japonicus</i>	2	18,683
25	<i>Diaphus theta</i>	2	17,522
26	Myctophidae gen. sp.	2	16,771
27	<i>Trachipterus ishikawae</i>	1	9,879
28	<i>Dasyatis</i> sp.	1	9,878
29	<i>Ommastrephes bartramii</i>	1	9,878
30	<i>Thunnus alalunga</i>	1	9,878
31	<i>Leptocephalus</i> sp.	1	9,878
32	<i>Trachipterus</i> sp.	1	9,749
33	<i>Nannobranchium regale</i>	1	9,343
34	<i>Beryteuthis magister</i>	1	9,202
35	<i>Aequorea</i> sp.	1	9,058
36	<i>Gonatopsis octopedatus</i>	1	8,610
37	<i>Phacellophora camtschatica</i>	1	8,610
38	<i>Gonatus madokai</i>	1	8,297
39	<i>Laemonema longipes</i>	1	7,409
40	<i>Gymnacanthus detrisus</i>	2	6,892
41	<i>Somniosus pacificus</i>	1	6,029
42	<i>Hemilepidotus gilberti</i>	1	5,221
43	<i>Eleginus gracilis</i>	1	2,740
44	<i>Coryphaenoides cinereus</i>	1	1,836

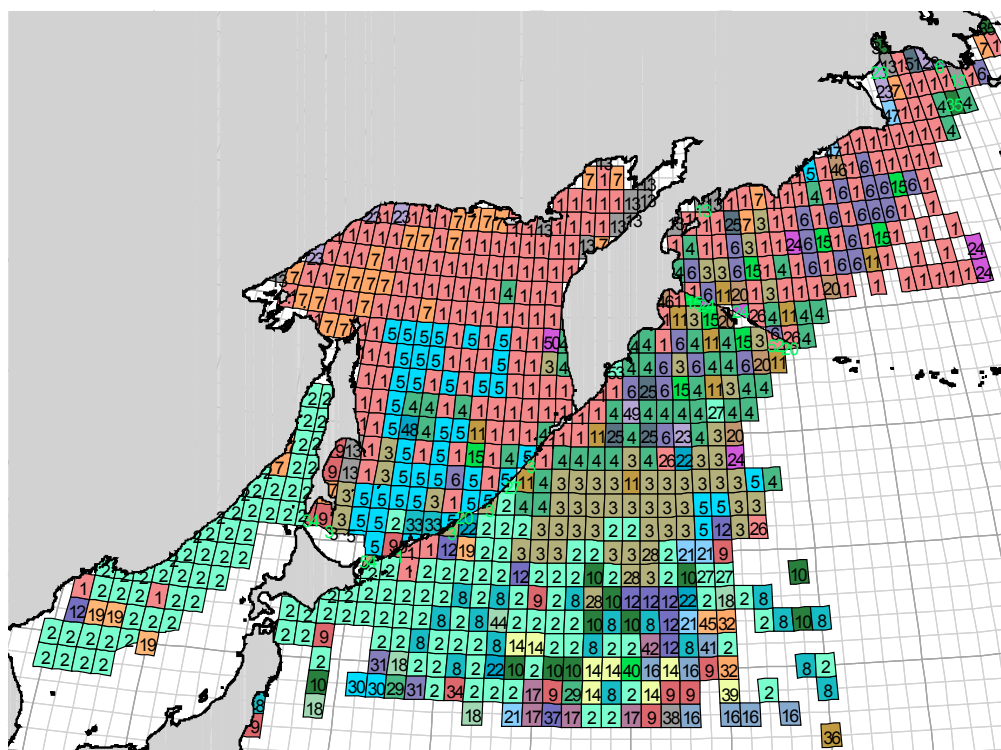


Рис. 12. 53 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным летних траловых съемок. Легенда в табл. 12

Fig. 12. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 53 zones distinguished on the data of summer trawl surveys. Description in Table 12

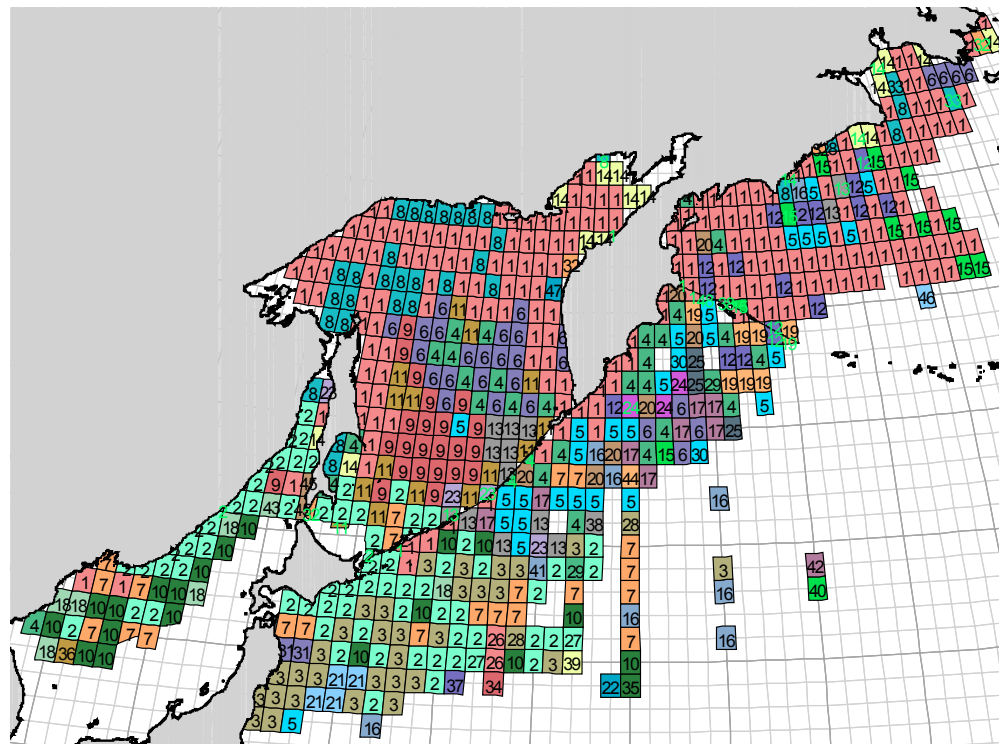


Рис. 13. 48 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным осенних траловых съемок. Легенда в табл. 13

Fig. 13. Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 48 zones distinguished on the data of fall trawl surveys. Description in Table 13

Таблица 12

53 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенные по данным летних траловых съемок. Карта на рис. 12

Table 12

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 53 zones distinguished on the data of summer trawl surveys (mapped at Fig. 12)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапеций	Суммарная площадь трапеций, тыс. км ²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	204	1314,484
2	<i>Sardinops melanostictus</i>	129	1055,011
3	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	58	444,282
4	<i>Chrysaora melanaster</i>	49	350,168
5	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	44	323,895
6	<i>Oncorhynchus keta</i>	30	192,819
7	<i>Clupea pallasii</i>	29	175,992
8	<i>Scomber japonicus</i>	19	171,332
9	<i>Engraulis japonicus</i>	13	107,654
10	<i>Trachipterus ishikawae</i>	11	101,463
11	<i>Boreoteuthis borealis</i>	11	82,628
12	<i>Cololabis saira</i>	9	81,348
13	<i>Mallotus villosus</i>	16	71,001
14	Myctophidae gen. sp.	7	66,365
15	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	9	59,362
16	<i>Prionace glauca</i>	6	57,956
17	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	4	38,864
18	<i>Notoscopelus japonicus</i>	4	38,037
19	<i>Todarodes pacificus</i>	4	36,930
20	Медузы	7	36,649
21	<i>Brama japonica</i>	4	36,475
22	<i>Diaphus theta</i>	4	34,428
23	<i>Cyanea capillata</i>	7	32,815
24	<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	6	32,762
25	<i>Aequorea</i> sp.	4	29,991
26	<i>Gonatus kantschaticus</i>	4	28,936
27	<i>Oncorhynchus nerka</i>	4	28,112
28	Сальпы	3	26,732
29	<i>Xiphias gladius</i>	2	19,234
30	<i>Diaphus perspicillatus</i>	2	19,233
31	<i>Paramonacanthus japonicus</i>	2	19,098
32	<i>Watasenia scintillans</i>	2	18,683
33	<i>Pleurogrammus</i> sp.	2	16,924
34	<i>Lamna ditropis</i>	2	12,274
35	<i>Boreogadus saida</i>	3	10,820
36	<i>Maurolicus japonicus</i>	1	9,878
37	<i>Lampris guttatus</i>	1	9,749
38	Пиросомы	1	9,749
39	<i>Vinciguerria nimbaria</i>	1	9,617
40	<i>Diaphus chrysorhynchus</i>	1	9,481
41	<i>Pterothrissus gissu</i>	1	9,344
42	<i>Myctophum asperum</i>	1	9,343
43	<i>Symbolophorus californiensis</i>	1	9,202
44	<i>Mola mola</i>	1	9,202
45	<i>Berryteuthis magister</i>	2	8,662
46	<i>Ammodytes hexapterus</i>	2	8,192
47	<i>Pleurogrammus azonus</i>	1	7,975
48	<i>Gonatus tinro</i>	1	7,809
49	<i>Limanda sakhalinensis</i>	1	7,299
50	Pandalidae gen. sp.	1	5,176

Таблица 13

48 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в пелагиали, выделенных по данным осенних траловых съемок. Карта на рис. 13

Table 13

Adaptive zones for the pelagic species prevailing by biomass — 48 zones distinguished on the data of fall trawl surveys (mapped at Fig. 13)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапещей	Суммарная площадь трапещей, тыс. км²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	208	1277,862
2	<i>Sardinops melanostictus</i>	70	530,144
3	<i>Scomber japonicus</i>	31	279,205
4	Медузы	30	209,176
5	<i>Boreoteuthis borealis</i>	27	209,908
6	<i>Chrysaora melanaster</i>	29	201,831
7	<i>Engraulis japonicus</i>	22	191,612
8	<i>Clupea pallasii</i>	31	190,282
9	<i>Oncorhynchus gorbusha</i>	23	185,602
10	<i>Watasenia scintillans</i>	19	174,975
11	<i>Leuroglossus schmidtii</i>	15	108,848
12	<i>Aequorea</i> sp.	17	107,842
13	<i>Oncorhynchus keta</i>	13	96,465
14	<i>Mallotus villosus</i>	17	83,425
15	<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	11	69,777
16	Myctophidae gen. sp.	8	68,587
17	<i>Diaphus theta</i>	8	65,068
18	<i>Todarodes pacificus</i>	6	53,833
19	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	8	51,723
20	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	7	50,389
21	Сальпы	4	38,732
22	<i>Echiostoma barbatum</i>	1	9,617
23	<i>Lamna ditropis</i>	4	26,335
24	<i>Gonatus onyx</i>	3	23,259
25	<i>Phacellophora camtschatica</i>	3	23,086
26	<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	2	18,825
27	Пиромомы	2	18,825
28	<i>Trachipterus ishikawae</i>	2	17,953
29	<i>Cololabis saira</i>	2	16,553
30	<i>Beryteuthis magister</i>	2	15,608
31	<i>Laemonema longipes</i>	2	15,193
32	<i>Cyanea capillata</i>	4	14,790
33	<i>Boreogadus saida</i>	2	11,103
34	<i>Prionace glauca</i>	1	9,617
35	<i>Enoploteuthis chunii</i>	1	9,617
36	Кальмары	1	9,617
37	<i>Paramonacanthus japonicus</i>	1	9,617
38	Gonatidae gen. sp.	2	9,551
39	<i>Xiphias gladius</i>	1	9,482
40	Trachipteridae gen. sp.	1	9,058
41	<i>Ommastrephes bartramii</i>	1	8,912
42	<i>Brama japonica</i>	1	8,912
43	<i>Aurelia aurita</i>	1	8,610
44	<i>Anotopterus nikparini</i>	1	8,297
45	<i>Pleurogrammus azonus</i>	2	7,637
46	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	1	7,124
47	<i>Limanda sakhalinensis</i>	1	6,947
48	<i>Oncorhynchus nerka</i>	1	1,013

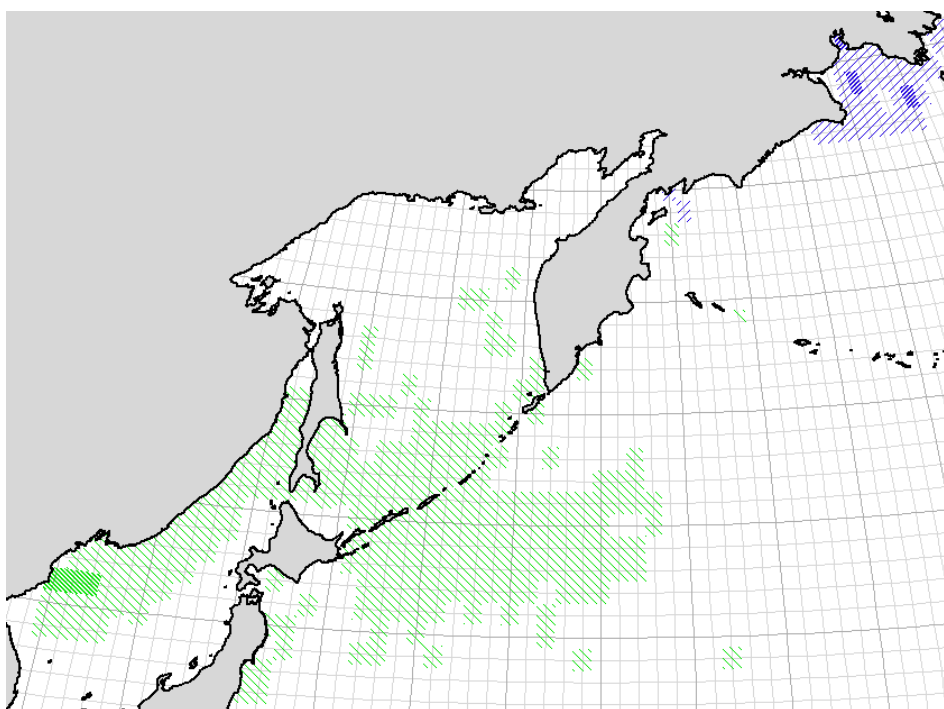


Рис. 14. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* (зеленый цвет) и сайки *Boreogadus saida* (синий цвет) по данным всех пелагических траловых съемок

Fig. 14. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of japanese flying squid *Todarodes pacificus* (green) and arctic cod *Boreogadus saida* (blue) according to all pelagic trawl surveys

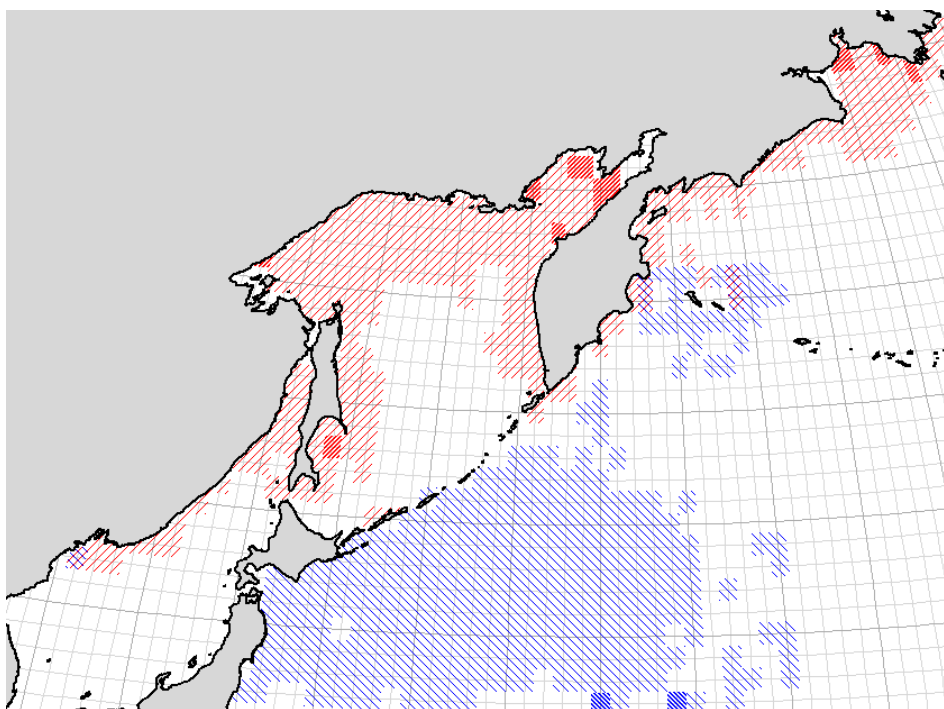


Рис. 15. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) мойвы *Mallotus villosus* (красный цвет) и морского леща *Brama japonica* (синий цвет) по данным всех пелагических траловых съемок

Fig. 15. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of capelin *Mallotus villosus* (red) and pacific pomfret *Brama japonica* (blue) according to all pelagic trawl surveys

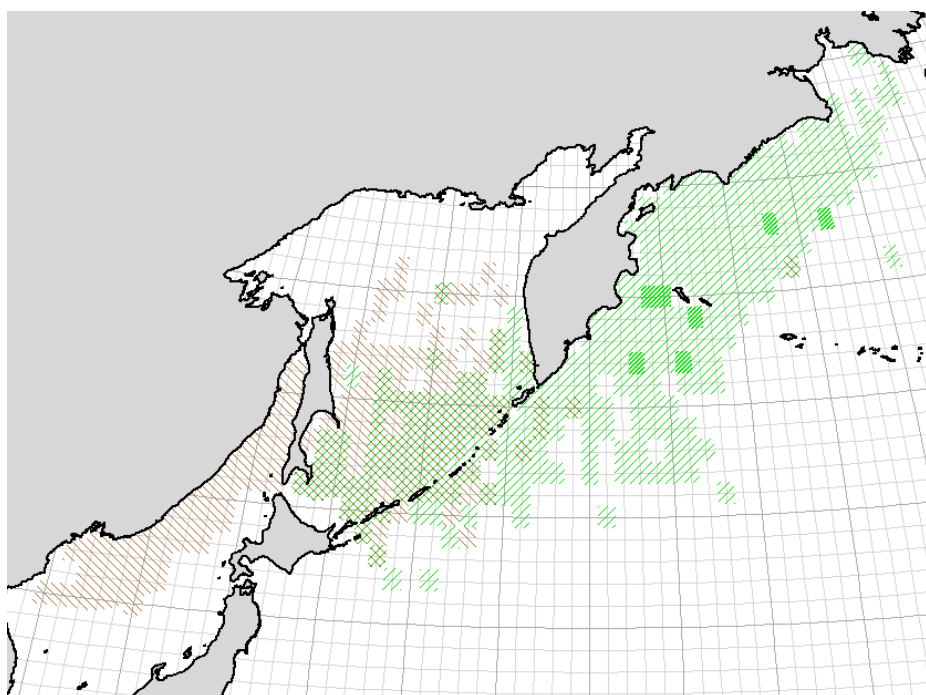


Рис. 16. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) южного *Pleurogrammus azonus* (коричневый цвет) и северного *P. monopterygius* (зеленый цвет) одноперых терпугов по данным всех пелагических траловых съемок

Fig. 16. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of arabesque greenling *Pleurogrammus azonus* (brown) and atka mackerel *P. monopterygius* (green) according to all pelagic trawl surveys

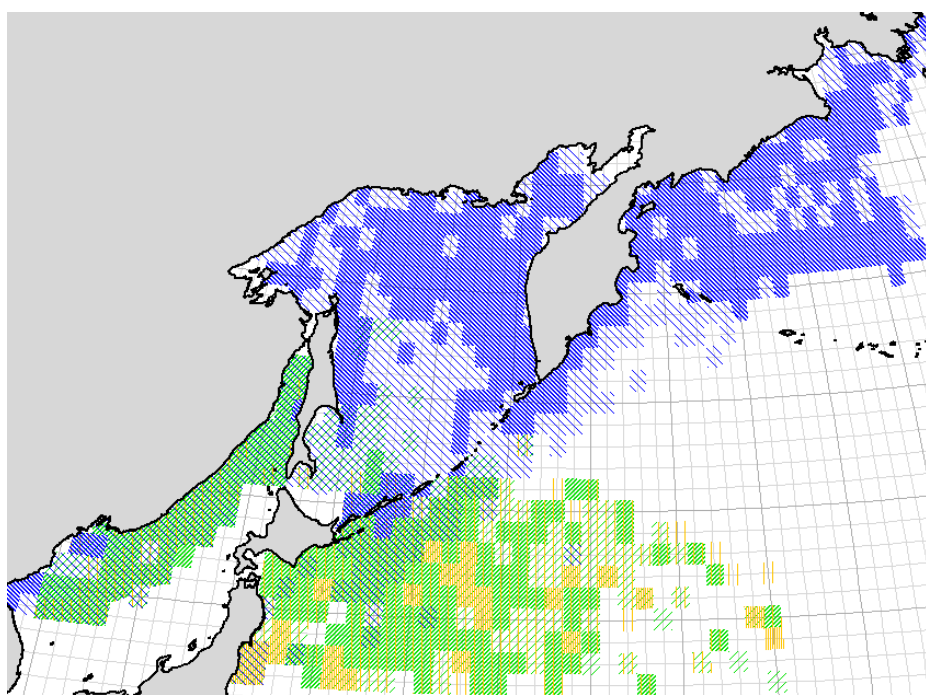


Рис. 17. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая *Theragra chalcogramma* (синий цвет), сардины *Sardinops melanostictus* (зеленый) и скумбрии *Scomber japonicus* (желтый цвет) по данным всех пелагических траловых съемок

Fig. 17. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (blue), japanese sardine *Sardinops melanostictus* (green) and chub mackerel *Scomber japonicus* (yellow) according to all pelagic trawl surveys

(южная граница ее ареала видна на рис. 14), но не встречается в Южном. Очевидно, непреодолимым препятствием для распространения этих рыб в низкие широты является слишком большое для них повышение температуры воды от умеренных широт к тропикам. Если бы не этот фактор, то оба вида имели биполярные ареалы и свои адаптивные зоны как в Северном, так и в Южном полушарии.

Сардина и скумбрия, наоборот, размножаются в теплых субтропических и тропических водах. Их распространению в высокие и низкие широты препятствует недостаточная температура. Поэтому большие части их адаптивных зон располагаются южнее обследованной акватории. Поэтому и картина, показанная на рис. 17, наблюдается не круглый год, а в основном летом (рис. 18) и частично осенью (рис. 19). Зимой (рис. 20) и весной (рис. 21) ареалы сардины и скумбрии разобщены с ареалом минтая и их адаптивные зоны не соприкасаются между собой.

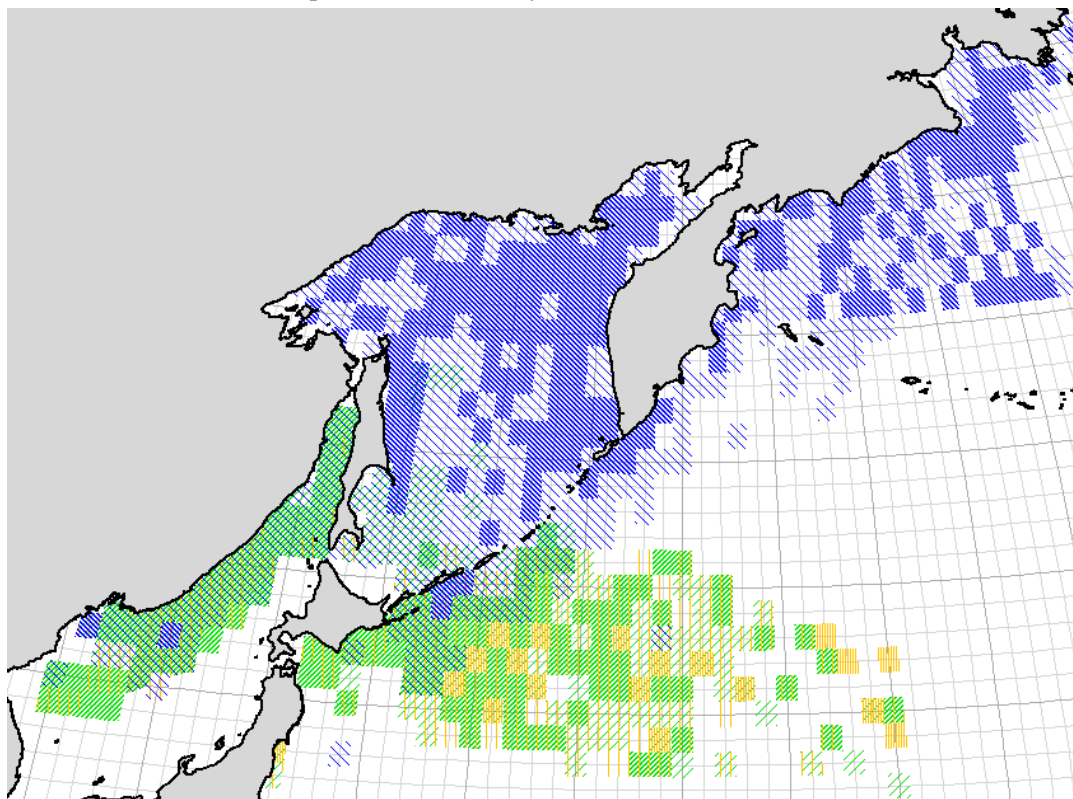


Рис. 18. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным летних пелагических траловых съемок

Fig. 18. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to summer pelagic trawl surveys

Более того, типичная летняя картина взаимного расположения ареалов и адаптивных зон этих трех видов характерна только для 1979–1990 гг. (рис. 22). В связи с последовавшим снижением численности сардины и скумбрии в 1991–1995 гг. северные границы их ареалов и адаптивных зон сместились на юг (рис. 23). В период 1996–2005 гг. их ареалы продолжили сокращаться и адаптивные зоны на обследованной акватории пропали (рис. 24). В обратном направлении процесс пошел лишь в 2006–2014 гг. (рис. 25), и к 2017–2018 гг. российский флот возобновил промысел этих видов [http://fishkamchatka.ru/articles/the_far_east_and_siberia/23077/; <https://fishnews.ru/news/30423>; <http://www.rusfishing.ru/newsfishworld/10354-19022018-sardina-ivasi-i-skumbriya-stanut-osnovoj.html>].

На рис. 26–29 видно, что с начала 1990-х гг. вместе с сокращением адаптивной зоны минтая начала увеличиваться адаптивная зона горбуши. В 1991–1995 гг. она

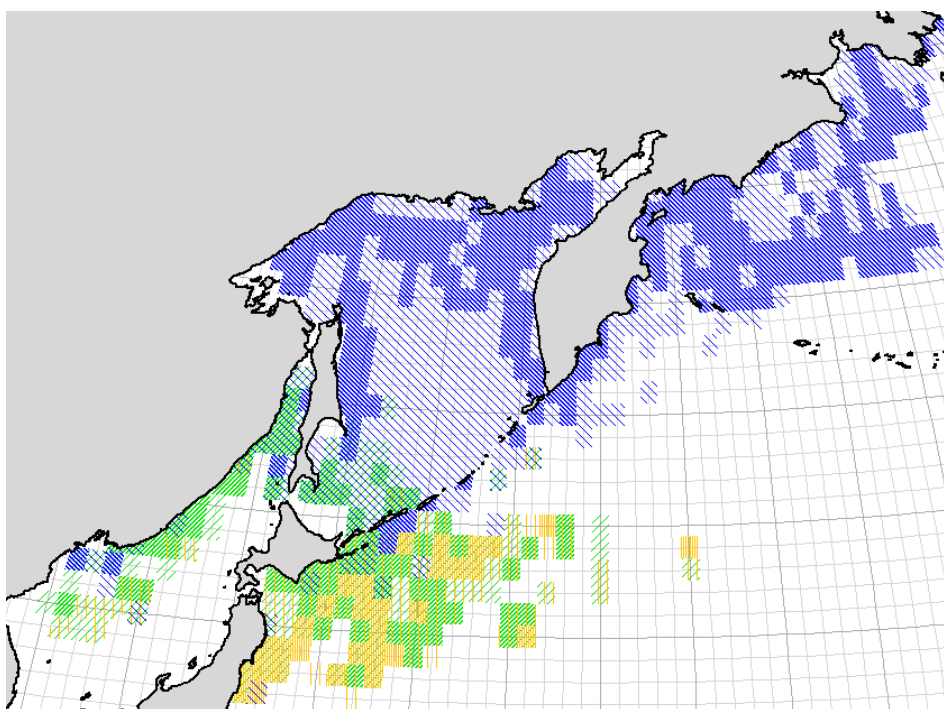


Рис. 19. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным осенних пелагических траловых съемок

Fig. 19. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to autumn pelagic trawl surveys

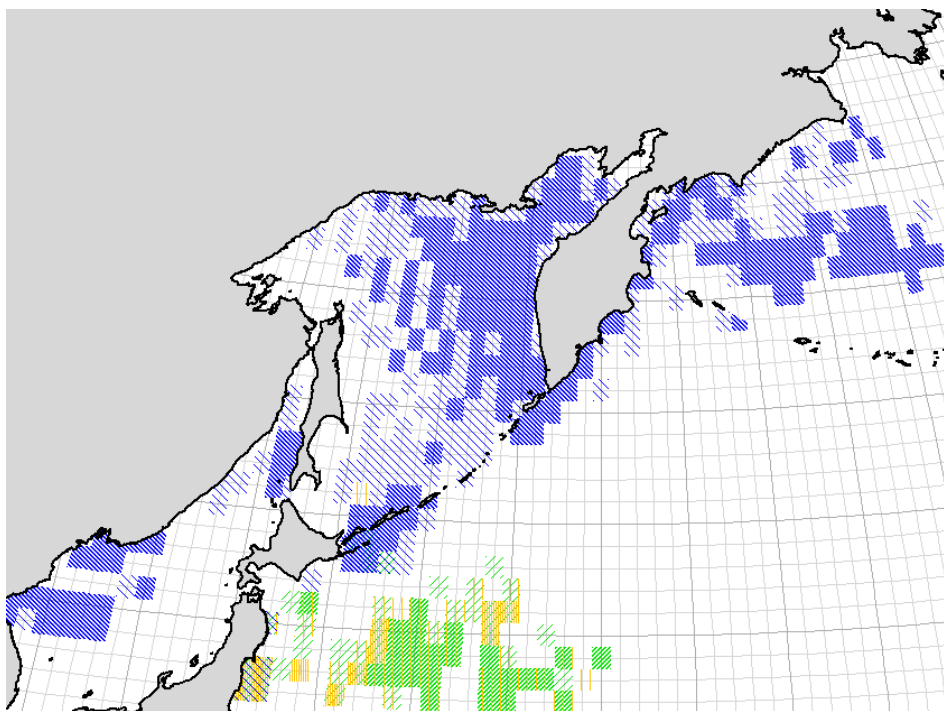


Рис. 20. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным зимних пелагических траловых съемок

Fig. 20. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to winter pelagic trawl surveys

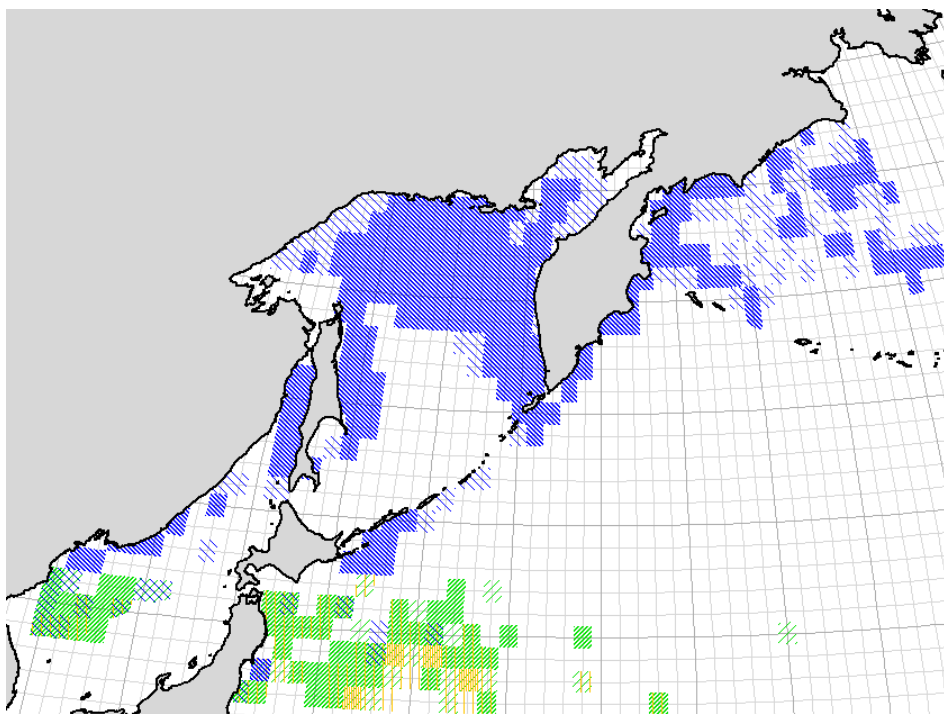


Рис. 21. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным весенних пелагических траловых съемок

Fig. 21. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to spring pelagic trawl surveys

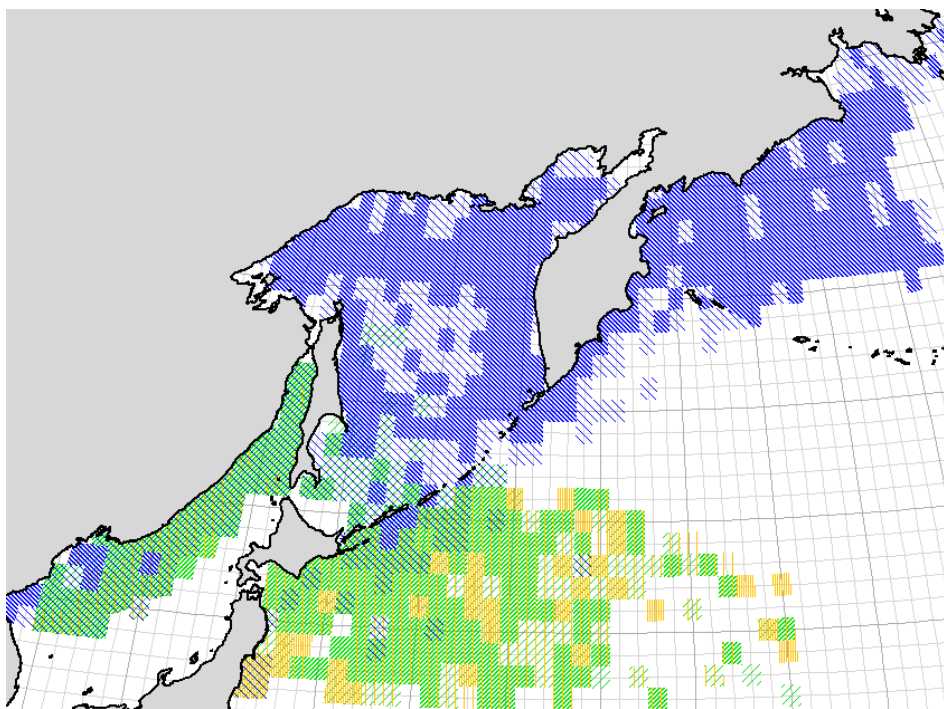


Рис. 22. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным пелагических траловых съемок 1979–1990 гг.

Fig. 22. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to pelagic trawl surveys in 1979–1990

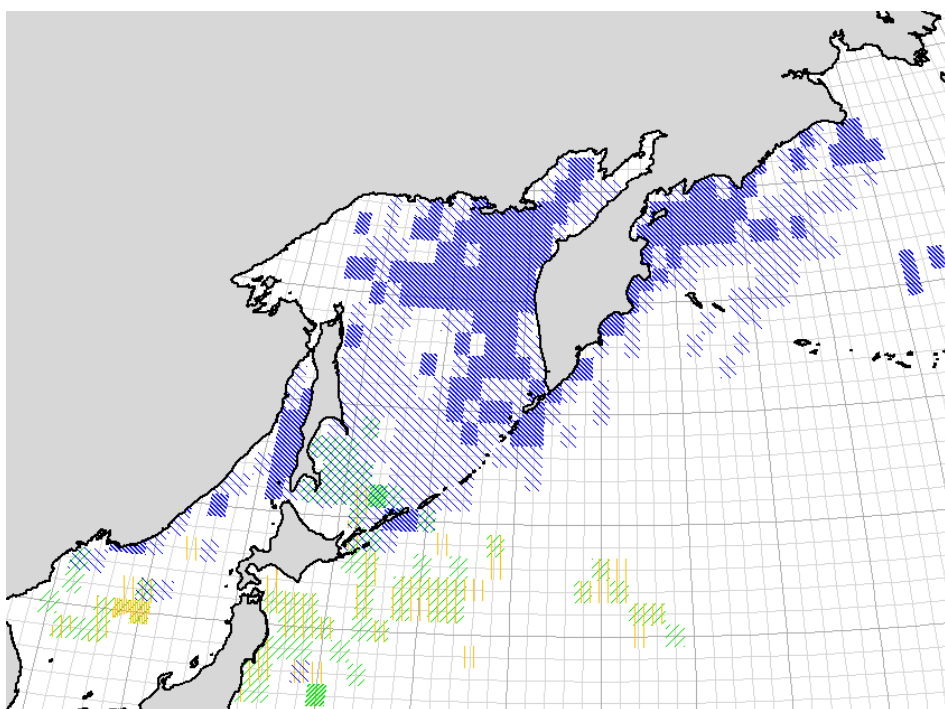


Рис. 23. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным пелагических траловых съемок 1991–1995 гг.

Fig. 23. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to pelagic trawl surveys in 1991–1995

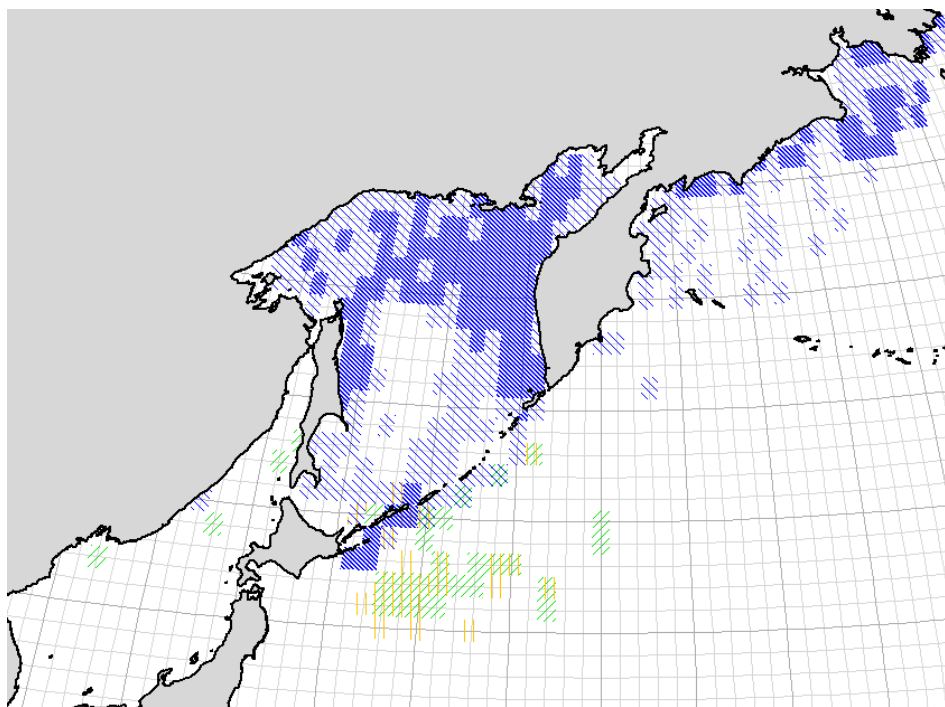


Рис. 24. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным пелагических траловых съемок 1996–2005 гг.

Fig. 24. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to pelagic trawl surveys in 1996–2005

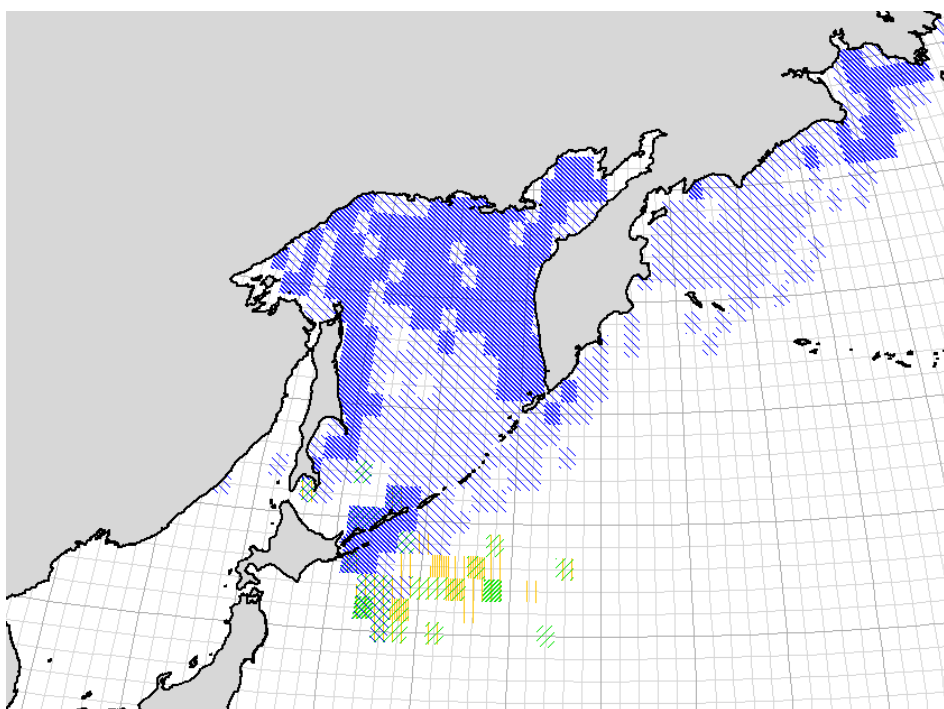


Рис. 25. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет), сардины (зеленый) и скумбрии (желтый цвет) по данным пелагических траловых съемок 2006–2014 гг.

Fig. 25. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue), japanese sardine (green) and chub mackerel (yellow) according to pelagic trawl surveys in 2006–2014

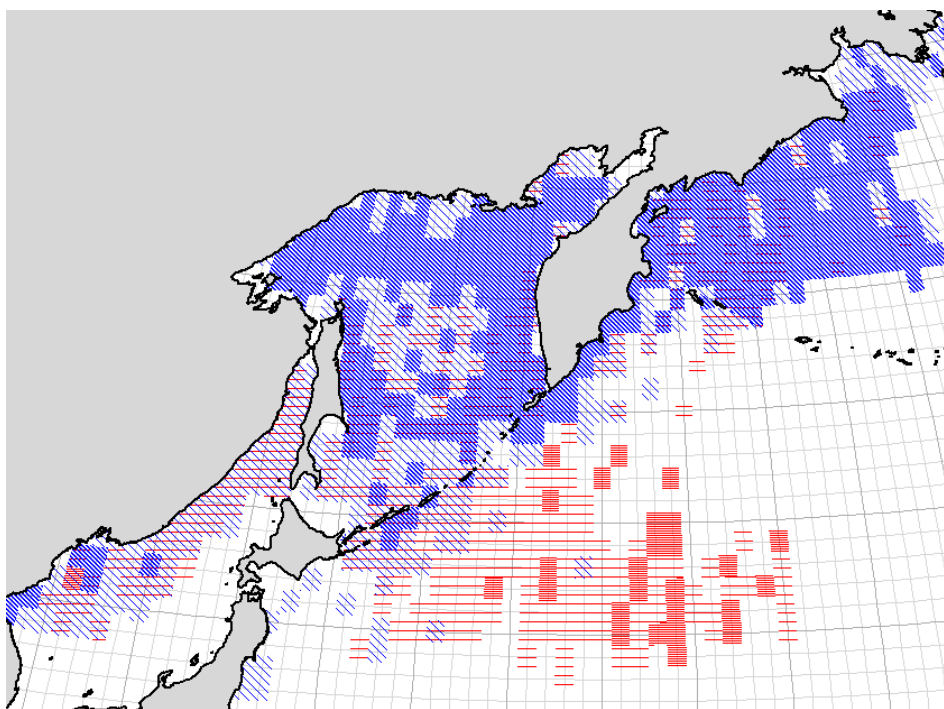


Рис. 26. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет) и горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (красный цвет) по данным пелагических траловых съемок 1979–1990 гг.

Fig. 26. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue) and pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (red) according to pelagic trawl surveys in 1979–1990

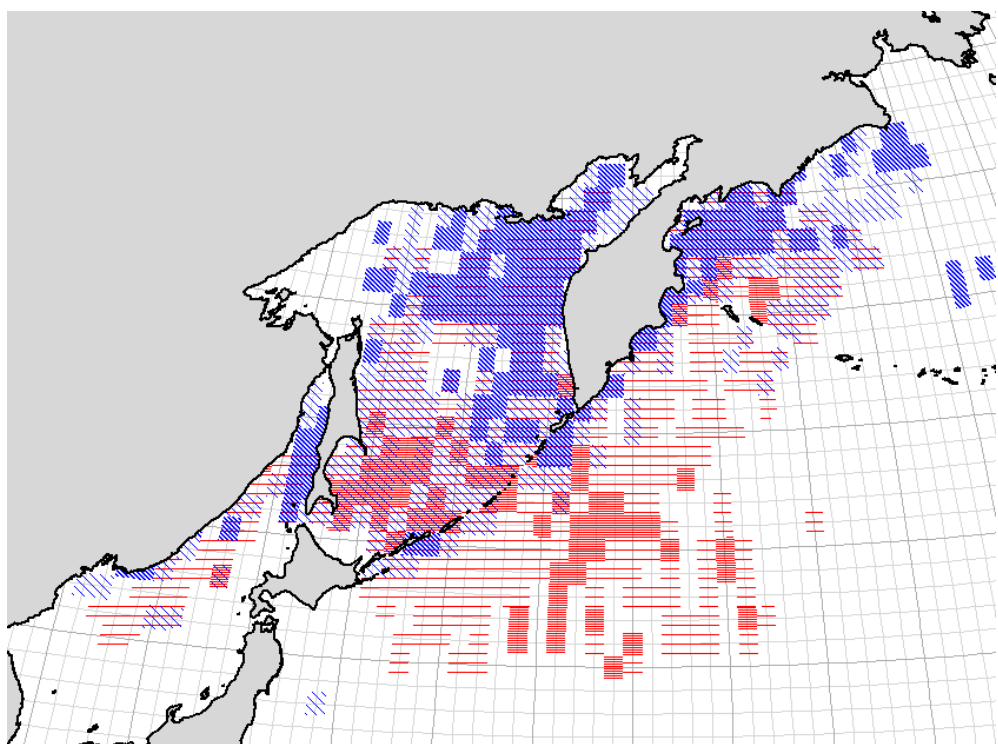


Рис. 27. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет) и горбуши (красный цвет) по данным пелагических траловых съемок 1991–1995 гг.

Fig. 27. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue) and pink salmon (red) according to pelagic trawl surveys in 1991–1995

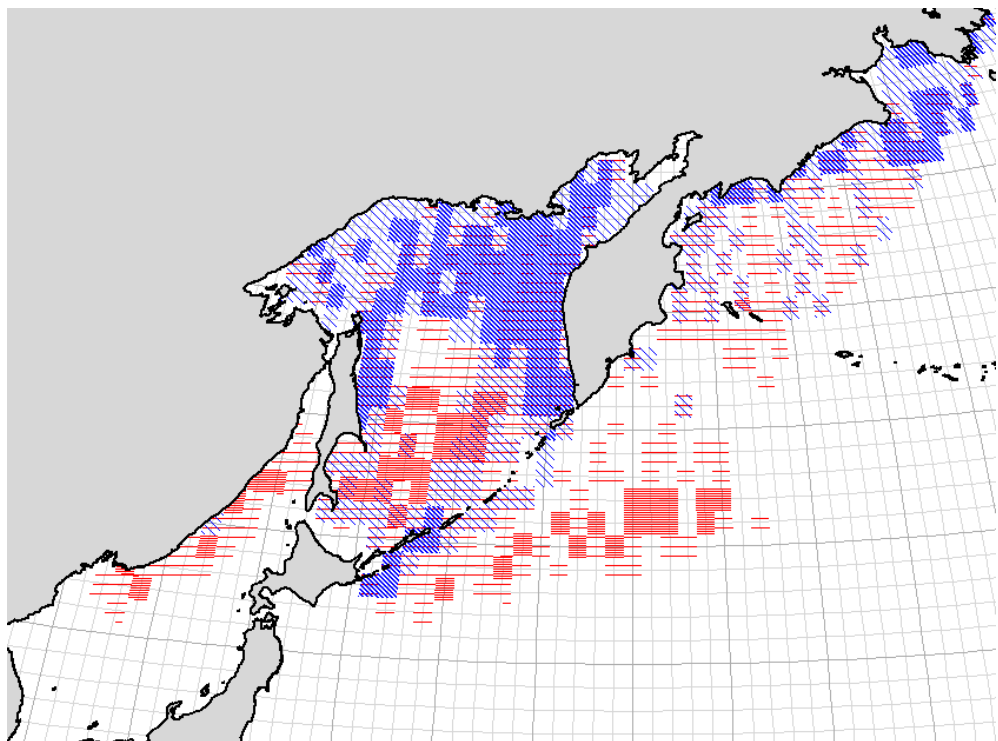


Рис. 28. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет) и горбуши (красный цвет) по данным пелагических траловых съемок 1996–2005 гг.

Fig. 28. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue) and pink salmon (red) according to pelagic trawl surveys in 1996–2005

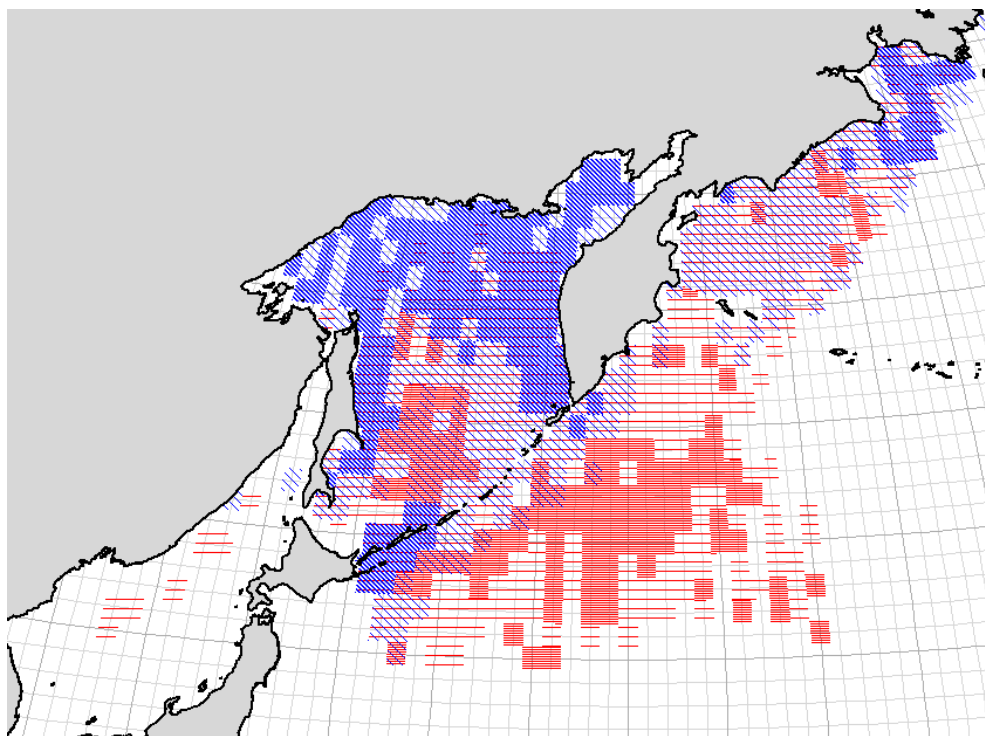


Рис. 29. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) минтая (синий цвет) и горбуши (красный цвет) по данным пелагических траловых съемок 2006–2014 гг.
Fig. 29. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of walleye pollock (blue) and pink salmon (red) according to pelagic trawl surveys in 2006–2014

проникла в Охотское и Берингово моря, а в 2006–2014 гг. ее размер на исследуемой акватории сравнялся с размером адаптивной зоны минтая. С учетом всего сказанного становится ясно, почему при исследовании пространственно-временной динамики водных биоресурсов северной Пацифики и сопредельных морей обычно [см. напр.: Волвенко, 2016], как и в настоящей работе, выделяются 4 многолетних периода: 1) 1979–1990 гг. — «сардиново-минтаевая эпоха изобилия рыб», 2) 1991–1995 гг. — «переходный период резкого снижения обилия», 3) 1996–2005 гг. — «период пониженного уровня и нового роста рыбопродуктивности», 4) с 2006 г. по настоящее время — «лососевый период».

Последние данные показывают начало следующего периода, связанного с очередным ростом обилия сардины и скумбрии, хотя обилие лососей до сих пор велико и в 2018 г. ожидается очередной рекордный для России вылов самого массового вида азиатских лососей — горбуши.

О сезонных и многолетних флюктуациях живучести, конкурентоспособности, обилия массовых видов можно судить и не глядя на карты, по графикам изменчивости размеров их адаптивных зон (рис. 30).

По таким графикам хорошо видно, что разные периоды времени благоприятны для разных видов. Размеры их адаптивных зон порой меняются в противофазе. Однако на 1-м месте в северо-западной Пацифике по этому показателю всегда остается минтай. Сардина и скумбрия, занимавшие 2- и 3-е места в 1980-е гг., в 1-й половине 1990-х гг. покинули двадцатку лидеров, а в 1996–2005 гг. перешли в аутсайдеры. Далее размеры их адаптивных зон начали расти и вновь достигли тех, что наблюдались в начале 1990-х гг. Горбуша, занимавшая в 1980-е гг. 4-е место, с начала 1990-х гг. перешла на 2-е и до сих пор его сохраняет. Медуза *Chrysaora melanaster*, в 1-й половине 1990-х гг. оказавшаяся на 3-м месте, с тех пор постоянно сокращает размер своей адаптивной зоны, а тихоокеанский кальмар за весь период наблюдений неуклонно ее увеличивает.

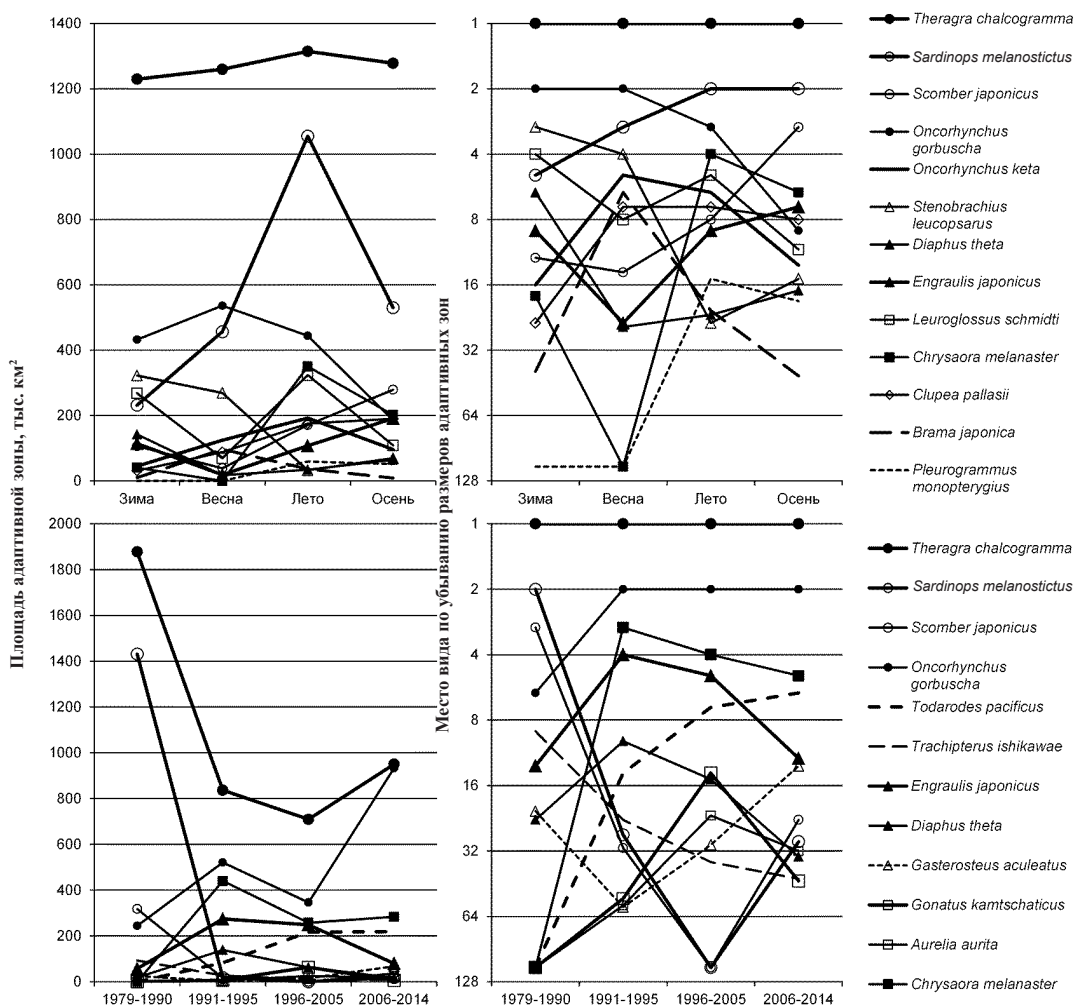


Рис. 30. Сезонная (верхние) и многолетняя (нижние графики) изменчивость абсолютных (левые) и относительных (правые графики) размеров адаптивных зон некоторых массовых видов в пелагиали северо-западной части Тихого океана и сопредельных морей

Fig. 30. Seasonal (upper panels) and multi-year (bottom panels) variability of absolute (left panels) and relative (right panels) size of the adaptive zones for some abundant pelagic species in the North-West Pacific. Top abscissa axes — seasons; bottom abscissa axes — periods of years; left ordinate axes — adaptive zone area, 10^3 km^2 , right ordinate axes — rank of species by area of adaptive zone (descending order)

Сезонные «перетасовки» адаптивных зон (рис. 30) также весьма существенны. Их площади у некоторых видов в течение года изменяются на многие сотни квадратных километров. При этом место вида, которое он занимает среди прочих по величине своей адаптивной зоны, может меняться в разы, десятки и сотни раз.

Суточная динамика числа, расположения и размеров адаптивных зон показана на примере зоопланктона обследованной акватории (рис. 31, 32, табл. 14, 15). На некоторых участках, в частности в Охотском море, циркадные изменения (связанные со сменой дня и ночи) очень заметны. Они объясняются вертикальными миграциями интерзональных видов, в результате которых, например, у сагитты адаптивные зоны в светлое и темное время суток различаются по форме и размерам (рис. 33). В частности, в Охотском, Чукотском и в восточной части Берингова моря днем они занимают заметно большие площади, чем ночью. У некоторых эвфаузиид адаптивные зоны ночью увеличиваются и появляются там, где их не было днем (рис. 34), у других вообще возникают только ночью, а днем отсутствуют (рис. 35). У копепод, наоборот, бывает, что

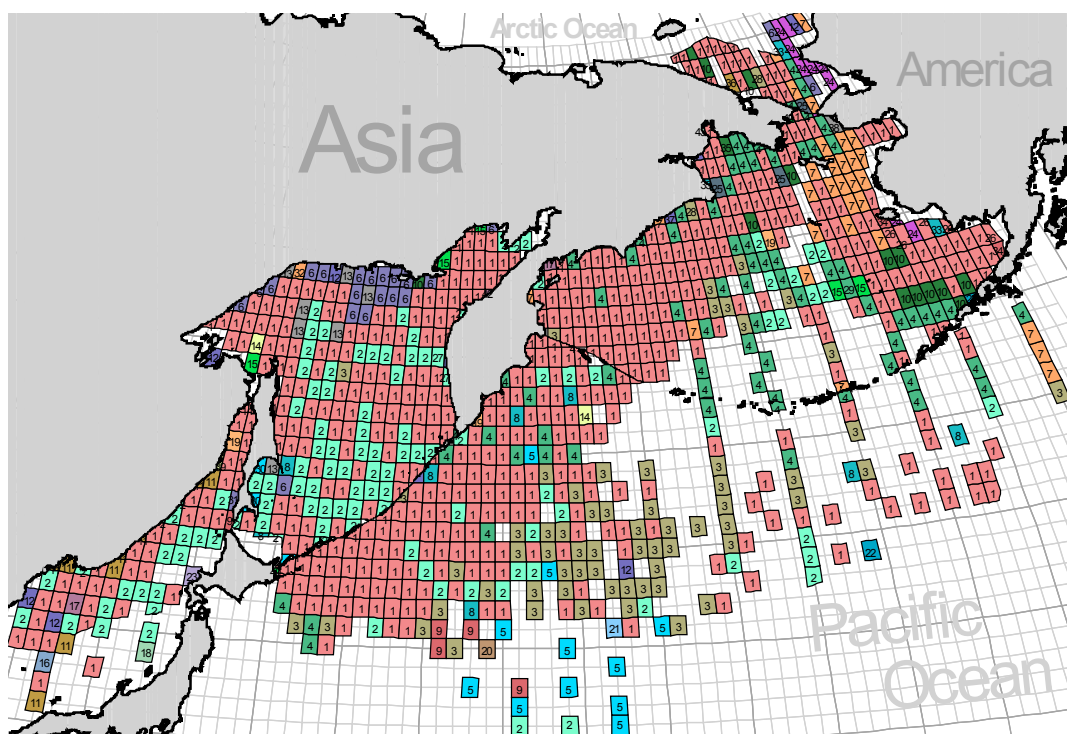


Рис. 31. 43 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в сетном зоопланктоне, выделенные по данным дневных станций. Легенда в табл. 14

Fig. 31. Adaptive zones for the species prevailing in net plankton — 43 zones distinguished on the data of day stations. Description in Table 14

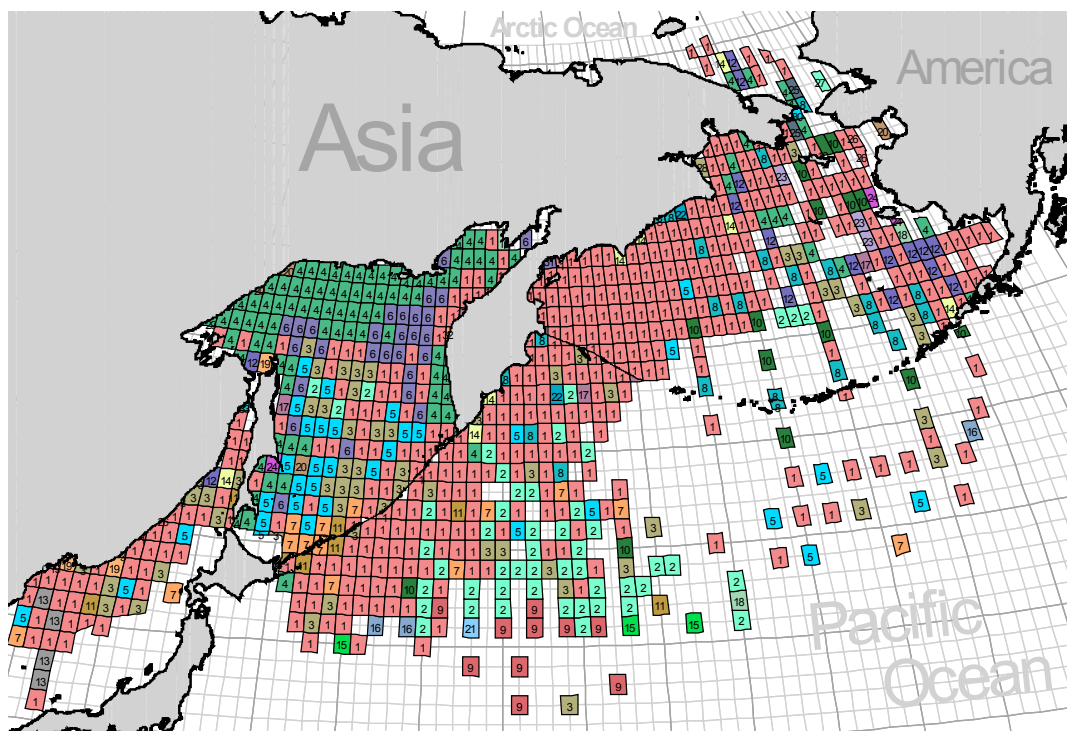


Рис. 32. 33 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в сетном зоопланктоне, выделенные по данным ночных станций. Легенда в табл. 15

Fig. 32. Adaptive zones for the species prevailing in net plankton — 33 zones distinguished on the data of night stations. Description in Table 15

Таблица 14

43 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в сетном зоопланктоне, выделенные по данным дневных станций. Карта на рис. 31

Table 14

Adaptive zones for the species prevailing in net plankton — 43 zones distinguished on the data of day stations (mapped at Fig. 31)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапечий	Суммарный объем трапечий до глубины 200 м/дно, тыс. км ³
1	<i>Parasagitta elegans</i>	542	630,834
2	<i>Neocalanus plumchrus+flemingeri</i>	110	152,822
3	<i>Neocalanus cristatus</i>	62	103,210
4	<i>Eucalanus bungii</i>	75	74,513
5	<i>Flaccisagitta maxima</i>	11	20,786
6	<i>Thysanoessa raschii</i>	21	13,133
7	<i>Aglantha digitale</i>	33	12,407
8	<i>Thysanoessa longipes</i>	8	11,022
9	Копеподы	5	7,879
10	<i>Calanus glacialis+marshallae</i>	14	6,951
11	<i>Pseudocalanus newmani</i>	9	6,812
12	<i>Oithona similis</i>	9	6,381
13	<i>Metridia okhotensis</i>	7	6,120
14	<i>Metridia pacifica</i>	2	2,600
15	<i>Limacina helicina</i>	5	2,343
16	<i>Paracalanus parvus</i>	1	1,950
17	<i>Oikopleura vanhoeffeni</i>	2	1,944
18	Thaliacea gen. sp.	1	1,923
19	<i>Thysanoessa inermis</i>	3	1,906
20	<i>Beroe cucumis</i>	1	1,896
21	<i>Calanus pacificus</i>	1	1,869
22	Euphausiacea gen. sp.	2	1,836
23	<i>Themisto japonica</i>	1	1,288
24	<i>Centropages abdominalis</i>	10	1,258
25	<i>Themisto libellula</i>	3	1,012
26	<i>Pseudocalanus</i> sp.	5	0,968
27	<i>Dimophyes arctica</i>	3	0,938
28	Эвфаузииды	2	0,880
29	<i>Thysanoessa inspinata</i>	1	0,826
30	<i>Neocalanus</i> sp.	3	0,625
31	Медузы	1	0,538
32	<i>Metridia</i> sp.	1	0,399
33	Иглокожие	3	0,376
34	<i>Acartia clausi</i>	2	0,249
35	Мизиды	1	0,231
36	<i>Balanus</i> sp.	1	0,167
37	Gammaridae gen. sp.	3	0,143
38	Остракоды	1	0,088
39	<i>Acartia tumida</i>	1	0,083
40	<i>Pseudocalanus minutus</i>	3	0,024
41	<i>Themisto pacifica</i>	1	0,017
42	<i>Acartia longiremis</i>	1	0,014
43	Полихеты	1	0,011

Таблица 15

33 адаптивные зоны видов, преобладающих по биомассе в сетном зоопланктоне, выделенные по данным ночных станций. Карта на рис. 32

Table 15

Adaptive zones for the species prevailing in net plankton — 33 zones distinguished on the data of night stations (mapped at Fig. 32)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занятых трапещей	Суммарный объем трапещей до глубины 200 м/дно, тыс. км ³
1	<i>Parasagitta elegans</i>	415	494,438
2	<i>Neocalanus cristatus</i>	53	84,352
3	<i>Neocalanus plumchrus+flemingeri</i>	60	79,487
4	<i>Thysanoessa raschii</i>	99	76,312
5	<i>Thysanoessa longipes</i>	35	52,175
6	<i>Metridia okhotensis</i>	28	37,121
7	<i>Euphausia pacifica</i>	16	23,269
8	<i>Eucalanus bungii</i>	23	22,870
9	<i>Flaccisagitta maxima</i>	10	18,928
10	<i>Aglantha digitale</i>	16	14,247
11	<i>Metridia pacifica</i>	8	10,226
12	<i>Calanus glacialis+marshallae</i>	16	9,536
13	<i>Themisto japonica</i>	4	7,690
14	<i>Thysanoessa inermis</i>	9	6,151
15	Копеподы	3	5,634
16	<i>Thysanoessa inspinata</i>	3	5,365
17	Кумовые	5	3,186
18	<i>Pseudocalanus</i> sp.	3	2,325
19	<i>Pseudocalanus newmani</i>	4	2,018
20	<i>Metridia</i> sp.	4	1,909
21	Эвфаузииды	1	1,869
22	<i>Themisto pacifica</i>	2	1,863
23	<i>Themisto libellula</i>	3	1,244
24	<i>Neocalanus</i> sp.	3	0,443
25	<i>Beroe cucumis</i>	2	0,440
26	<i>Oithona similis</i>	3	0,229
27	<i>Centropages abdominalis</i>	1	0,131
28	Gammaridae gen. sp.	1	0,109
29	<i>Limacina helicina</i>	1	0,099
30	<i>Balanus</i> sp.	1	0,092
31	<i>Pseudocalanus minutus</i>	1	0,075
32	Двустворчатые	1	0,026
33	<i>Centropages</i> sp.	1	0,021

число и суммарная площадь адаптивных зон увеличиваются в светлое время суток (рис. 36) либо ночью адаптивных зон вообще нет, они появляются только днем (рис. 37).

В связи с последним примером, где изображено распределение *Oithona similis* (рис. 37), нужно еще раз отметить, что, как было показано в начале статьи, если выделять адаптивные зоны не по биомассе, а по численности, то картина станет совсем иной. Адаптивная зона этого мелкого вида копепоид будет охватывать почти всю обследованную акваторию (см. рис. 2). Тем не менее приведенные примеры демонстрируют то, что циркадные изменения адаптивных зон существуют, при этом у некоторых видов они совпадают по направлению, а у других — происходят в противофазе.

В заключение обратим внимание на адаптивные зоны донной и придонной макрофауны северо-западной Пацифики (рис. 38, табл. 16). Судя по ним, на большей части (примерно ¾) этой акватории ценные промысловые виды рыб и беспозвоночных преобладают над всеми прочими. В частности, адаптивная зона минтая зани-

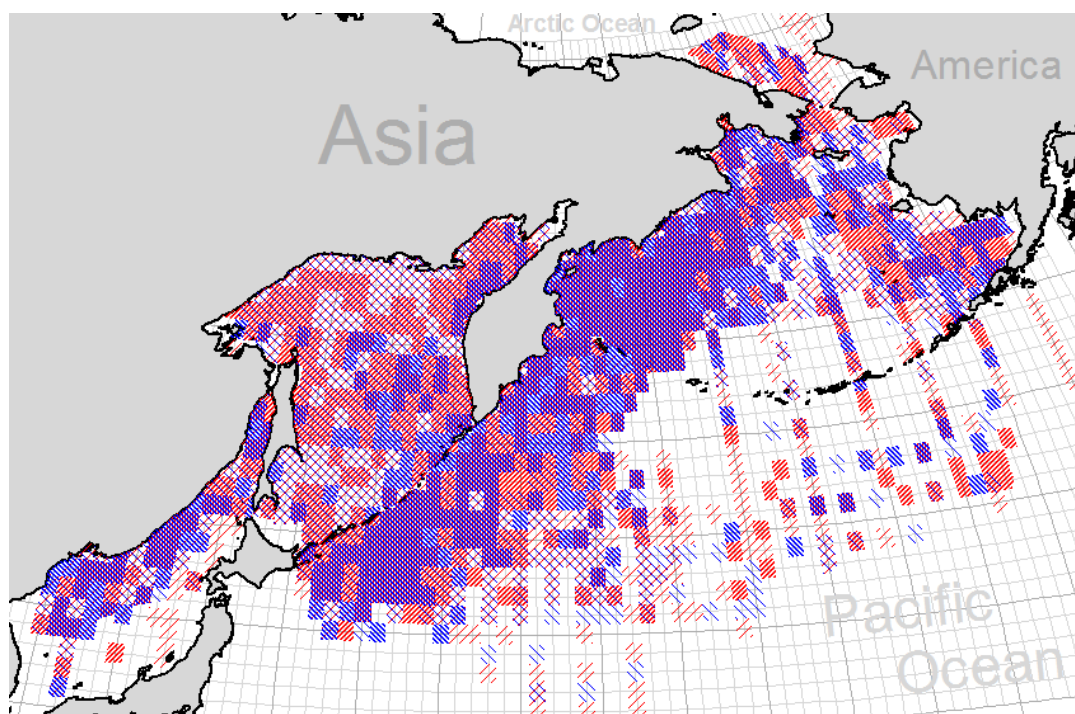


Рис. 33. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) сагитты *Parasagitta elegans* в светлое (красный цвет) и темное (синий цвет) время суток

Fig. 33. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of arrowworm *Parasagitta elegans* in daytime (red) and nighttime (blue)

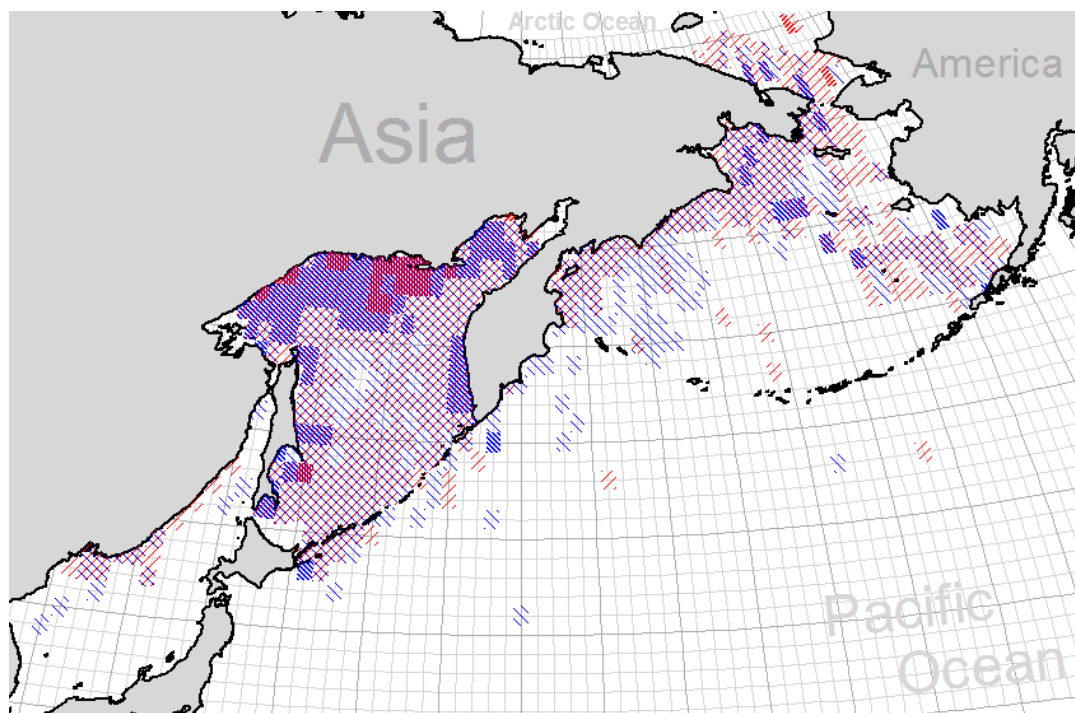


Рис. 34. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) эвфаузииды *Thysanoessa raschii* в светлое (красный цвет) и темное (синий цвет) время суток

Fig. 34. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of euphausiid *Thysanoessa raschii* in daytime (red) and nighttime (blue)

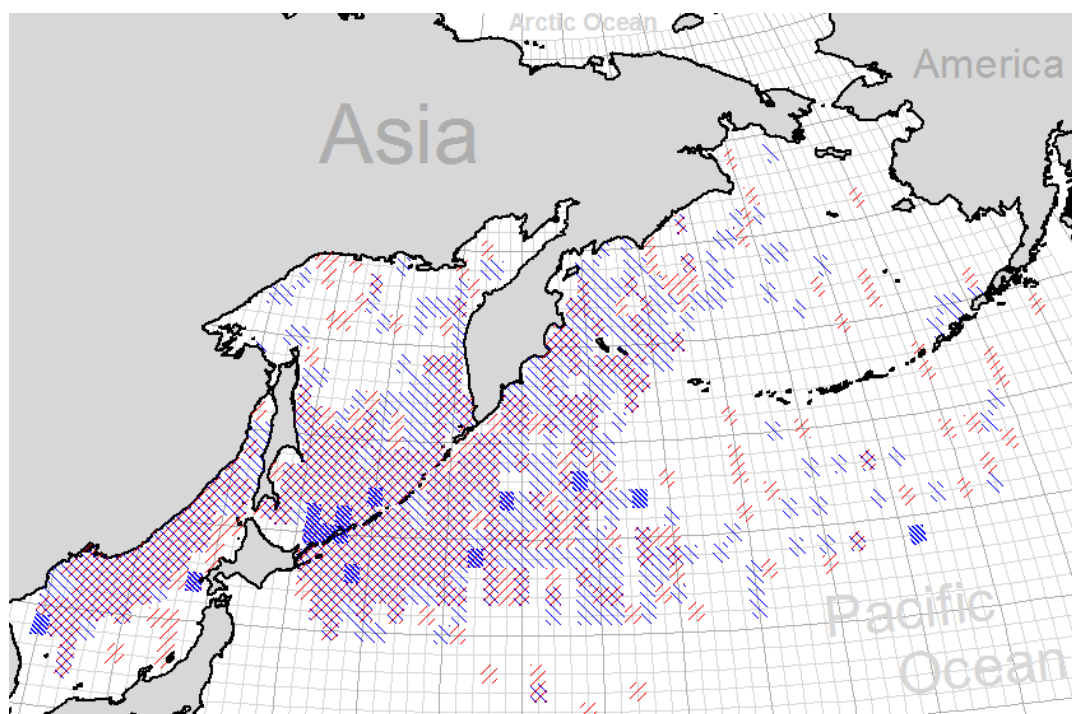


Рис. 35. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) эвфаузииды *Euphausia pacifica* в светлое (красный цвет) и темное (синий цвет) время суток

Fig. 35. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of euphausiid *Euphausia pacifica* in daytime (red) and nighttime (blue)

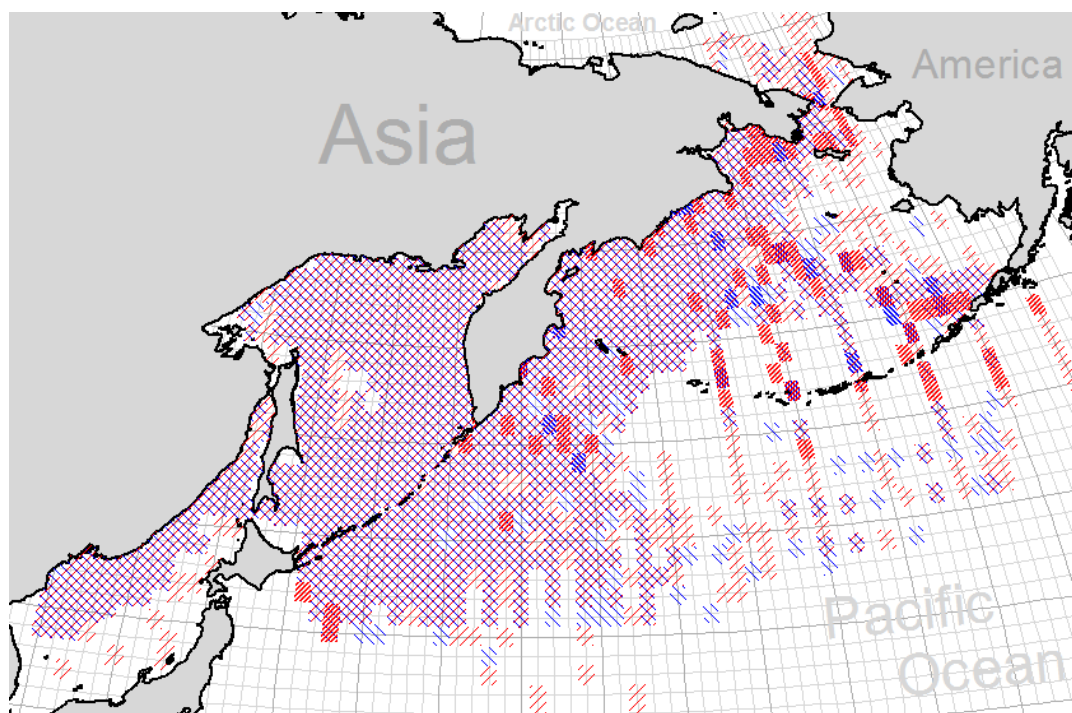


Рис. 36. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) копеподы *Eucalanus bungii* в светлое (красный цвет) и темное (синий цвет) время суток

Fig. 36. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of copepod *Eucalanus bungii* in daytime (red) and nighttime (blue)

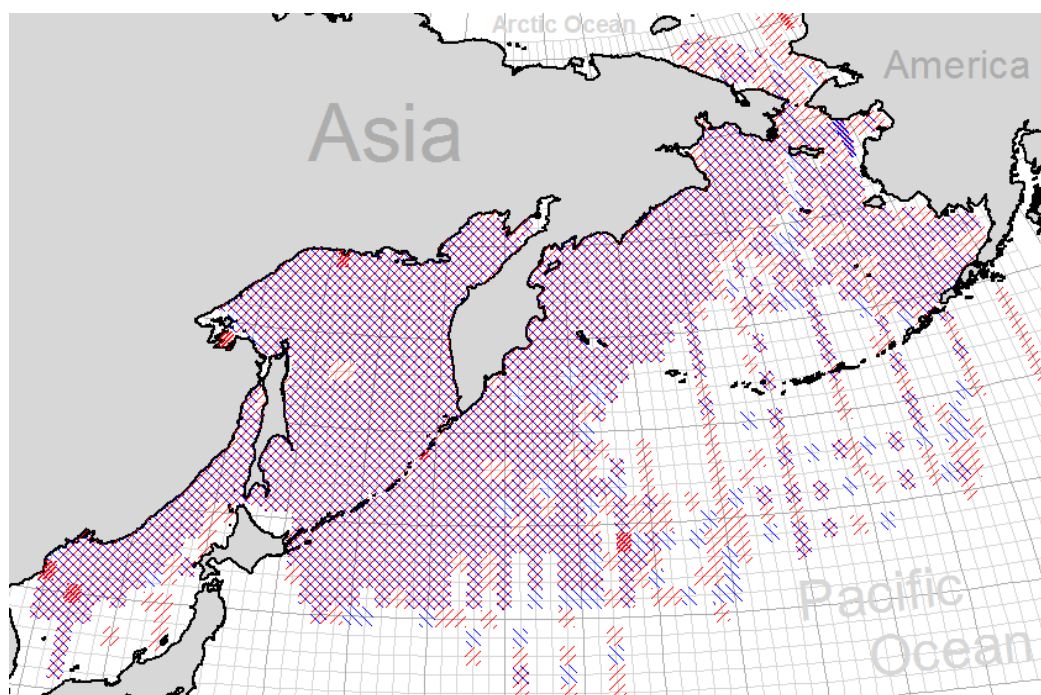


Рис. 37. Ареалы (редкая штриховка) и адаптивные зоны (плотная штриховка) копеподы *Oithona similis* в светлое (красный цвет) и темное (синий цвет) время суток

Fig. 37. Ranges (rare hatching) and adaptive zones (dense hatching) of copepod *Oithona similis* in daytime (red) and nighttime (blue)

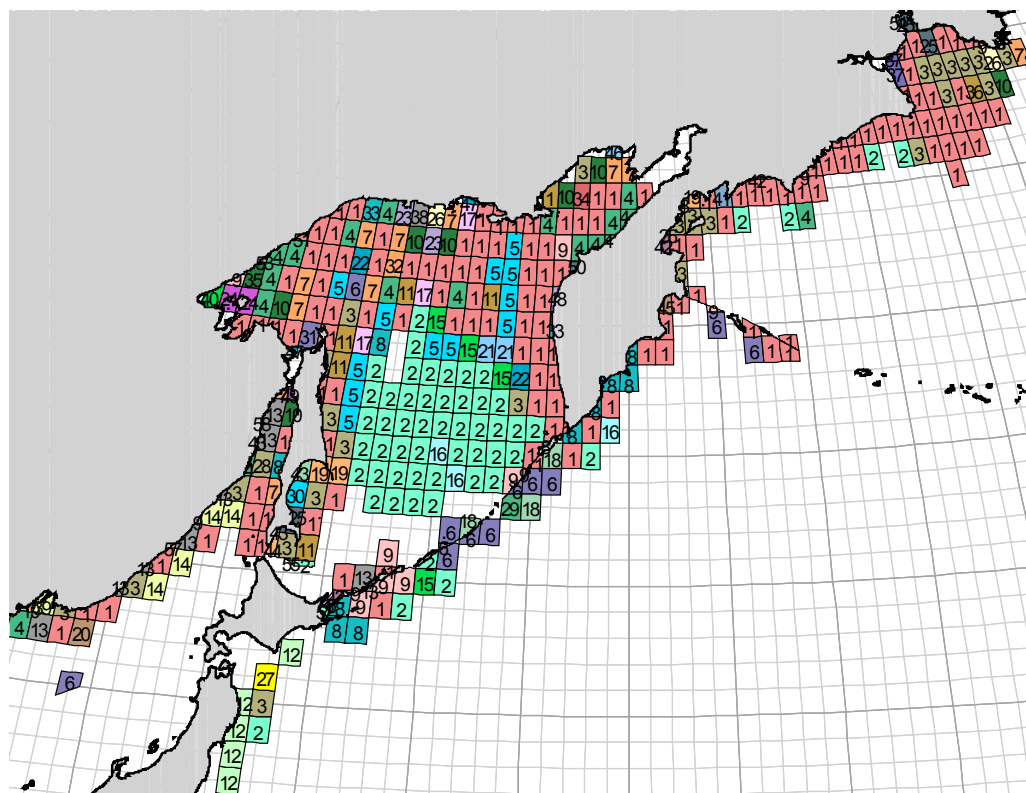


Рис. 38. 58 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в бентали, выделенных по данным всех донных траловых съемок. Легенда в табл. 16

Fig. 38. Adaptive zones for the species prevailing on the seabed by biomass — 58 zones distinguished on the data of all bottom trawl surveys. Description in Table 16

Таблица 16

58 адаптивных зон видов, преобладающих по биомассе в бентали, выделенных по данным всех донных траловых съемок. Карта на рис. 38

Table 16

Adaptive zones for the species prevailing on the seabed by biomass — 58 zones distinguished on the data of all bottom trawl surveys (mapped at Fig. 38)

№ п/п	Адаптивная зона	Число занимаемых трапений	Суммарная площадь трапений, тыс. км²
1	<i>Theragra chalcogramma</i>	135	780,670
2	<i>Albatrossia pectoralis</i>	55	417,495
3	Офиуры	25	147,384
4	Губки	18	96,743
5	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	12	85,791
6	<i>Berryteuthis magister</i>	12	74,519
7	<i>Clupea pallasii</i>	11	61,036
8	Scyphozoa gen. sp.	12	55,699
9	<i>Gadus macrocephalus</i>	13	47,150
10	<i>Ophiura sarsi</i>	7	43,027
11	Hydrozoa gen. sp.	6	42,331
12	<i>Laemonema longipes</i>	5	41,767
13	<i>Pleurogrammus azonus</i>	9	39,565
14	<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>	4	33,157
15	Голотурии	4	30,677
16	<i>Coryphaenoides cinereus</i>	3	23,950
17	<i>Bathyraja parmifera</i>	3	20,644
18	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	3	19,461
19	<i>Eleginus gracilis</i>	4	18,720
20	<i>Bothrocara hollandi</i>	2	18,446
21	<i>Bothrocara brunneum</i>	2	14,598
22	Актинии	2	14,239
23	<i>Limanda sakhalinensis</i>	2	11,809
24	Полихеты	2	11,476
25	<i>Chionoecetes opilio</i>	3	11,388
26	Морские ежи	3	10,635
27	<i>Coryphaenoides longifilis</i>	1	9,348
28	<i>Pandalus borealis</i>	1	8,134
29	<i>Sebastes alutus</i>	1	8,024
30	<i>Nuculana pernula</i>	1	7,443
31	Изоподы	1	6,898
32	<i>Chondrocladia gigantea</i>	1	6,768
33	<i>Limanda aspera</i>	2	6,368
34	Балынусы	1	6,217
35	<i>Myoxocephalus tuberculatus</i>	1	5,824
36	Ophiolepididae gen. sp.	1	5,648
37	<i>Myoxocephalus verrucosus</i>	2	5,562
38	<i>Hippoglossoides elassodon</i>	1	5,502
39	Amphiuridae gen. sp.	1	5,221
40	<i>Myoxocephalus ochotensis</i>	1	4,612
41	<i>Asterias amurensis</i>	1	4,310
42	Морские звезды	3	3,875
43	<i>Cucumaria japonica</i>	3	3,871
44	<i>Ammodytes hexapterus</i>	1	2,657
45	<i>Echinarachnius parma</i>	1	2,636
46	<i>Pandalus goniurus</i>	1	2,119
47	<i>Platichthys stellatus</i>	2	1,538
48	<i>Paralithodes camtschaticus</i>	1	1,425
49	<i>Osmerus mordax dentex</i>	1	1,081
50	<i>Mytilus trossulus</i>	1	1,072

мает 34,1 % площади дна обследованной акватории, макроурусов — 19,7 %, черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* — 3,7, командорского кальмара *Beryteuthis magister* — 3,3, тихоокеанской сельди — 2,7, камбал и терпугов — по 2,6, трески *Gadus macrocephalus* — 2,1, лемонемы *Laemonema longipes* — 1,8, голотурий — 1,5, ската *Bathyraja parmifera* — 0,9, наваги *Eleginus gracilis* — 0,8, крабов и морских ежей — по 0,6, креветок и морских окуней — по 0,4 %.

Ареалы этих видов и петерсеновские сообщества бентали в настоящей работе не рассматриваются для экономии места. (Их изучение может быть предметом отдельной публикации, по объему не меньшей, чем эта.)

Таким образом, благоприятным для рыболовства и развития аквакультуры в Дальневосточном регионе является то, что большую часть его акватории занимают адаптивные зоны ценных промысловых видов рыб и беспозвоночных.

Очевидно, что карты адаптивных зон, подобные опубликованным в этой статье, могут быть полезны для планирования промысла. По ним видно, в каком месте какой вид добывать и где в уловах будут доминировать непромысловые животные: губки, полипы, актинии, полихеты, изоподы, баянусы, морские звезды и офиуры. Кроме того, давно известно, что сведения о массовых поселениях «организмов обрастания — губок, гидроидов и мшанок ... позволяют избегать аварий тралов, существенно дополняя в этом отношении грунтовые карты» [Виноградов, 1963, с. 136]. Дополнительные сведения о том, что будет преобладать в прилове, дадут карты петерсеновских сообществ.

Более детальную информацию, разумеется, можно получить картируя адаптивные зоны и петерсеновские сообщества разных слоев воды (напр.: эпипелагиали, верхней эпипелагиали, мезопелагиали) по отдельности. Здесь это не сделано только для многократной экономии места — все карты построены по материалам всех станций, имеющимся в вышеупомянутых базах данных, независимо от глубины отбора проб.

В связи со значительной пространственно-временной изменчивостью адаптивных зон весьма полезными для практического применения окажутся серии сезонных карт, а также карты для разных многолетних периодов [см. напр.: Шунтов, Волвенко, 2005; Волвенко, 2015б]. При этом ретроспективные карты 1980-х гг. в ближайшее время могут стать актуальными в связи с циклическими природными процессами, в соответствии с которыми в районы мониторинга вновь возвратились сардина и скумбрия. Рис. 6 и 22 показывают, на каких акваториях в ближайшем будущем эти виды будут абсолютно доминировать в уловах над всеми прочими.

В настоящей работе приведены наглядные примеры динамики адаптивных зон многих массовых видов на разных временных масштабах, которых в доступной мне литературе не оказалось*. Как правило, эти виды — r-стратеги [по определению MacArthur, Wilson, 2001], биомасса которых на обследованной акватории достигает сотен тысяч (лососи, сайра, скумбрия, анчоусы, кальмары) и даже миллионов тонн (сардина). То, что в результате естественных сезонных миграций и/или многолетних «волн численности» гидробионтов [Давыдов, 1986; Шунтов, 1986, 2000, 2016; Shuntov, 2000; Кляшторин, Любушин, 2005; Шунтов, Темных, 2011] в экосистемы дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана легко входят и без чрезвычайных последствий уходят эти массовые виды, указывает на то, что здесь жизненно важные для них ресурсы имеются в избытке, экологическая емкость среды не заполнена, плотность упаковки ниш невелика [Шунтов, 1985, 2001, 2009, 2016; Шунтов и др., 2003, 2007, 2010а, б; Шунтов, Темных, 2008, 2011; Шунтов, Иванов, 2015; Горбатенко, 2018; и мн. др.]**. Об этом же свидетельствуют колоссальные суточные вертикальные миграции некоторых видов зоопланктона, индикаторами которых являются показанные выше циркадные ритмы изменения их ареалов и адаптивных зон. Они вызывают соответствующие кормовые миграции мезо- и батипелагических рыб и кальмаров [Виноградов,

* В предыдущем сообщении наличие таких явлений обосновывалось только теоретически.

** В перечисленных работах обсуждается практическая важность этого факта для отечественного рыболовства и аквакультуры.

1968; Парин, 1968, 1988; Беккер, 1983; Несис, 1985; Волвенко, 2009], суммарная биомасса которых оценивается [Gjøsaeter, Kawaguchi, 1980; Каредин, 1998; Beamish et al., 1999; Irigoien et al., 2014; Шунтов, 2016] в сотни миллионов тонн.

Сами по себе адаптивные зоны планктона могут служить индикаторами течений и водных масс [см., напр., Беклемишев, 1969], показывать изменения климато-океанологической обстановки, расположение районов с кормовой базой, подходящей для нагула тех или иных промысловых объектов.

Сравнительный анализ физико-химических условий в адаптивных зонах промысловых видов позволяет определить участки со сходными условиями среды на других акваториях как наиболее перспективные для промысловой разведки новых запасов водных биоресурсов. Анализ многолетних климатических и океанологических трендов дает возможность прогнозирования соответствующих изменений адаптивных зон видов и петерсеновских сообществ, что важно для долговременного планирования стратегий развития рыбного хозяйства.

Заключение

Кроме организации промысла и аквакультуры рыб и беспозвоночных среди прикладных аспектов новой концепции адаптивной зоны можно назвать многие актуальные проблемы сельского, лесного и охотничьего хозяйства, природной очаговости болезней, борьбы с чужеродными видами, сорняками, вредителями и паразитами, охраны природы, создания заповедников и искусственных экосистем.

Благодарности

Автор благодарен проф. В.П. Шунтову за ценные замечания, которые были учтены при подготовке рукописи к печати.

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.
- Беккер В.Э.** Миктофовые рыбы Мирового океана : моногр. — М. : Наука, 1983. — 248 с.
- Беклемишев К.В.** Экология и биогеография пелагиали : моногр. — М. : Наука, 1969. — 292 с.
- Виноградов Л.Г.** Морские донные биоценозы и использование данных об их распределении в поисковом деле // Тр. ВНИРО. — Т. 48 : Изв. ТИНРО. — Т. 50. — 1963. — С. 135–144.
- Виноградов М.Е.** Вертикальное распределение океанического зоопланктона : моногр. — М. : Наука, 1968. — 320 с.
- Волвенко И.В.** Адаптивная зона, петерсеновские сообщества, ареал и экологическая ниша. Сообщение 1. Определения и соотношение понятий // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 195. — С. 3–27.
- Волвенко И.В.** ГИС для анализа сезонной и межгодовой пространственно-временной динамики nekтона Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 144–176.
- Волвенко И.В.** Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов Северо-Западной Пацифики. Часть 2. Базы данных, базы знаний, автоматизированные рабочие места // Тр. ВНИРО. — 2015а. — Т. 157. — С. 71–99.
- Волвенко И.В.** Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов Северо-Западной Пацифики. Часть 3. ГИС, атласы, справочники, новые перспективы // Тр. ВНИРО. — 2015б. — Т. 157. — С. 100–126.
- Волвенко И.В.** Некоторые алгоритмы обработки данных по обилию и размерно-весовому составу уловов // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 177–195.
- Волвенко И.В.** Новая база данных донных траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1977–2010 гг. // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 177. — С. 3–24.

- Волвенко И.В.** Новая ГИС интегральных характеристик макрофауны пелагиали северо-западной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 149. — С. 3–20.
- Волвенко И.В.** Общие принципы пространственно-временной изменчивости интегральных характеристик макрофауны пелагиали северо-западной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 43–69.
- Волвенко И.В.** Первый опыт эксплуатации новой базы данных сетного зоопланктона дальневосточных морей и сопредельных вод Тихого океана // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 187. — С. 19–47.
- Волвенко И.В.** Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.
- Волвенко И.В.** Технические проблемы адекватной интерпретации результатов траловых съемок и пути их решения // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 172. — С. 282–293.
- Волвенко И.В., Кулик В.В.** Обновленная и дополненная база данных пелагических траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1979–2009 гг. // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 164. — С. 3–26.
- Горбатенко К.М.** Трофодинамика гидробионтов в Охотском море : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 47 с.
- Давыдов И.В.** О природе длительных изменений численности рыб и возможности их предвидения // Динамика численности промысловых животных дальневосточных морей. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — С. 5–16.
- Каредин Е.П.** Ресурсы мезопелагических рыб северной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 391–416.
- Кляшторин Л.Б., Любушин А.А.** Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.
- Макрофауна бентали залива Петра Великого (Японское море): таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978–2009** / В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, В.В. Кулик, Л.Н. Бочаров ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014а. — 307 с.
- Макрофауна бентали западной части Берингова моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010** / В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, В.В. Кулик, Л.Н. Бочаров ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014б. — 803 с.
- Макрофауна бентали Охотского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2010** / В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, В.В. Кулик, Л.Н. Бочаров ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014в. — 1052 с.
- Макрофауна бентали северо-западной части Тихого океана: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1977–2008** / В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, В.В. Кулик, Л.Н. Бочаров ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014г. — 554 с.
- Макрофауна бентали северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978–2010** / В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, В.В. Кулик, Л.Н. Бочаров ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014д. — 748 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.
- Несис К.Н.** Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция : моногр. — М. : Наука, 1985. — 286 с.

- Парин Н.В.** Ихтиофауна океанской эпипелагиали : моногр. — М. : Наука, 1968. — 186 с.
- Парин Н.В.** Рыбы открытого океана : моногр. — М. : Наука, 1988. — 272 с.
- Сетной зоопланктон залива Петра Великого (Японское море): таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1988–2013** / Н.Т. Долганова, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016а. — 535 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, 2016б. — 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, 2016в. — 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, 2016г. — 857 с.
- Сетной зоопланктон северо-западной части Японского моря: таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1985–2013** / Н.Т. Долганова, И.В. Волвенко ; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016д. — 656 с.
- Шунтов В.П.** Биологические ресурсы Охотского моря : моногр. — М. : Агропромиздат, 1985. — 224 с.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.
- Шунтов В.П.** Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: задачи, итоги, сомнения // Вестн. ДВО РАН. — 2000. — № 1. — С. 19–29.
- Шунтов В.П.** Состояние биоты и биоресурсов морских макроэкосистем дальневосточной экономической зоны России // Вестн. ДВО РАН. — 2009. — № 3. — С. 15–22.
- Шунтов В.П.** Состояние изученности многолетних циклических изменений численности рыб дальневосточных морей // Биол. моря. — 1986. — № 3. — С. 3–14.
- Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Волвенко И.В. и др.** Экосистемное изучение биологических ресурсов дальневосточных морских вод России: некоторые результаты исследований в конце 20 — начале 21-го столетия // ТИНРО—85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010а. — С. 25–78.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В. и др.** К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы нектона // Изв. ТИНРО. — 2010б. — Т. 161. — С. 25–52.
- Шунтов В.П., Бочаров Л.Н., Дулепова Е.П. и др.** Результаты мониторинга и экосистемного изучения биологических ресурсов дальневосточных морей России (1998–2002 гг.) // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 132. — С. 3–26.
- Шунтов В.П., Волвенко И.В.** Атласы количественного распределения нектона в дальневосточных морях // Дальневосточный регион — рыбное хозяйство. — 2005. — № 3. — С. 19–42.
- 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., Дулепова Е.П., Волвенко И.В. и др.** Современный статус, структура и рыбопродуктивность пелагических и донных макроэкосистем дальневосточных морей // Дальневосточные моря России. Кн. 2 : Исследования морских экосистем и биоресурсов. — М. : Наука, 2007. — С. 502–518.
- Шунтов В.П., Иванов О.А.** Морские млекопитающие в макроэкосистемах дальневосточных морей и сопредельных вод Северной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 181. — С. 57–76.
- 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.
- Beamish R.J., Leask K.D., Ivanov O.A. et al.** The ecology, distribution, and abundance of midwater fishes of the Subarctic Pacific gyres // Progress in Oceanography. — 1999. — Vol. 43, Iss. 2. — P. 399–442. DOI: 10.1016/S0079-6611(99)00017-8.
- Gjøsaeter J., Kawaguchi K.** A review of the world resources of mesopelagic fish : FAO Fish. Techn. Pap. — 1980. — Vol. 193. — 151 p.

Irigoien X., Klevjer T.A., Rostad A. et al. Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean // *Nature Communications*. — 2014. — Vol. 5 — P. 1–10. DOI: 10.1038/ncomms4271.

MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of island biogeography. — Princeton : Univ. Press, 2001. — 224 p.

Shuntov V.P. Review of research into macroecosystems of the Far Eastern seas: results, objectives, doubts // *PICES. Ann. Rep. 8th Meet.* — Sidney, 2000. — P. 15–23.

Volvenko I.V. The new large database of the Russian bottom trawl surveys in the Far Eastern Seas and the North Pacific Ocean in 1977–2010 // *International J. of Environmental Monitoring and Analysis*. — 2014. — Vol. 2, № 6. — P. 302–312. DOI: 10.11648/j.ijema.20140206.12.

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.

Bekker, V.E., *Miktofovye ryby Mirovogo okeana* (Myctophid Fishes of the World Ocean), Moscow: Nauka, 1983.

Beklemishev, K.V., *Ekologiya i biogeografiya pelagiali* (Ecology and Biogeography of the Pelagic Zone), Moscow: Nauka, 1969.

Vinogradov, L.G., Marine bottom biocoenoses and the application of the data on their distribution in fish-scouting operations, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1963, vol. 48, pp. 135–144.

Vinogradov, M.E., *Vertikal'noe raspredelenie okeanicheskogo zooplanktona* (Vertical Distribution of Oceanic Zooplankton), Moscow: Nauka, 1968.

Volvenko, I.V., Adaptive zone, Petersen-type communities, geographical range and ecological niche. Report 1. Definitions and relations of the concepts, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 195, pp. 3–27.

Volvenko, I.V., GIS for spatial-temporal dynamics analysis of the Okhotsk Sea nekton, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 137, pp. 144–176.

Volvenko, I.V., Dataware support of comprehensive studies of Northwestern Pacific aquatic biological resources. Part 2. Databases, knowledge bases, automated workplaces, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015a, vol. 157, pp. 71–99.

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

Volvenko, I.V., Some algorithms of data processing on abundance and size-weight structure of catches, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1999, vol. 126, pp. 177–195.

Volvenko, I.V., New database of bottom trawl stations performed in the Far-Eastern Seas and the North Pacific in 1977–2010, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2014, vol. 177, pp. 3–24.

Volvenko, I.V., New GIS of the pelagic macrofauna integrative characteristics for the North-West Pacific, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2007, vol. 149, pp. 3–20.

Volvenko, I.V., General principles of spatial-temporal variability of integral parameters for pelagic macrofauna in the North-West Pacific, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2009, vol. 159, pp. 43–69.

Volvenko, I.V., First experience of using a new database on net zooplankton in the Far-Eastern Seas and adjacent Pacific waters, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 187, pp. 19–47.

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

Volvenko, I.V., Technical problems of adequate interpretation the results of trawl surveys and ways to solve them, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2013, vol. 172, pp. 282–293.

Volvenko, I.V. and Kulik, V.V., Updated and expanded database of pelagic trawl surveys in the Far Eastern Seas and North Pacific for 1979–2009, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 164, pp. 3–26.

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

Davydov, I.V., On the nature of long-term variations in the abundance of fish and the possibility of their prediction, in *Dinamika chislennosti promyslovykh zhivotnykh dal'nevostochnykh morei* (Dynamics of Abundance of Commercial Animals in the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO, 1986, pp. 5–16.

Kareidin, Ye.P., Resources of the northern Pacific mezopelagic fishes, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1998, vol. 124, pp. 391–416.

Klyashtorin, L.B. and Lyubushin, A.A., *Tsiklicheskiye izmeneniya klimata i ryboproduktivnosti* (Cyclic Changes in Climate and Fish Capacity), Moscow: VNIRO, 2005.

Shuntov, V.P., Volvenko, I.V., Kulik, V.V., and Bocharov, L.N., *Makrofauna bentali zaliva Petra Velikogo (Yaponskoe more): tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1978–2009* (Benthic Macrofauna of Peter the Great Bay (Japan/East Sea): Occurrence, Abundance, and Biomass. 1978–2009), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsent, 2014a.

Shuntov, V.P., Volvenko, I.V., Kulik, V.V., and Bocharov, L.N., *Makrofauna bentali zapadnoi chasti Beringova morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1977–2010* (Benthic Macrofauna of the Western Part of the Bering Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1977–2010), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsent, 2014b.

Shuntov, V.P., Volvenko, I.V., Kulik, V.V., and Bocharov, L.N., *Makrofauna bentali Okhotskogo morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1977–2010* (Benthic Macrofauna of the Okhotsk Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1977–2010), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsent, 2014c.

Shuntov, V.P., Volvenko, I.V., Kulik, V.V., and Bocharov, L.N., *Makrofauna bentali severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1977–2008* (Benthic Macrofauna of the Northwestern Pacific: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1977–2008), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsent, 2014d.

Shuntov, V.P., Volvenko, I.V., Kulik, V.V., and Bocharov, L.N., *Makrofauna bentali severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1978–2010* (Benthic Macrofauna of the Northwestern Part of Japan (East) Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1978–2010), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsent, 2014e.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagiali 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-Tsent, 2012a.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagiali 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-Tsent, 2012b.

Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., and Kulik, V.V., *Makrofauna pelagiali 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-Tsent, 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-Tsent, 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-Tsent, 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-Tsent, 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-Tsent, 2004.

- Nesis, K.N.**, *Okeanicheskiye golovonogiye molluski: rasprostraneniye, zhiznennyye formy, evolyutsiya* (Oceanic Cephalopods: Distribution, Life Forms, Evolution), Moscow: Nauka, 1985.
- Parin, N.V.**, *Ikhtiofauna okeanskoi epipelagialy* (Ichthyofauna of the Ocean Epipelagic Zone), Moscow: Nauka, 1968.
- Parin, N.V.**, *Ryby otkrytogo okeana* (Fishes of the Open Ocean), Moscow: Nauka, 1988.
- Dolganova, N.T. and Volvenko, I.V.**, *Setnoi zooplankton zaliva Petra Velikogo (Yaponskoe more): tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1988–2013* (Net Zooplankton of Peter the Great Bay (Japan/East Sea): Occurrence, Abundance, and Biomass. 1988–2013), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016a.
- 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, 2016b.
- 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, 2016c.
- 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, 2016d.
- Dolganova, N.T. and Volvenko, I.V.**, *Setnoi zooplankton severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya: tablitsy vstrechaemosti, chislennosti i biomassy. 1985–2013* (Net Zooplankton of the Northwestern Part of Japan (East) Sea: Occurrence, Abundance, and Biomass. 1985–2013), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., eds., Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016e.
- Shuntov, V.P.**, *Biologicheskiye resursy Okhotskogo morya* (Biological Resources of the Sea of Okhotsk), Moscow: Agropromizdat, 1985.
- 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.**, Outcomes of the study of macroecosystems in the Far Eastern seas of Russia: objectives, results, doubts, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2000, no. 1, pp. 19–29.
- Shuntov, V.P.**, Biota and bioresources in the marine macroecosystems of the Far Eastern economic zone of Russia, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2009, no. 3, pp. 15–22.
- Shuntov, V.P.**, The present state of knowledge of long-term cyclical fluctuations in the abundance of fish in seas of the Far East, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1986, vol. 12, no. 3, pp. 127–137.
- Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Volvenko, I.V., Ivanov, O.A., Sukhanov, V.V., Kolpakov, N.V., Dolganova, N.T., Dulepova, E.P., and Gorbatenko, K.M.**, The ecosystem study of biological resources in Far Eastern marine waters of Russia: some results of the studies in the late 20th and the early 21st century, *TINRO-85. Itogi desyatiletnei deyatel'nosti. 2000–2010 gg.* (TINRO-85. Results of the One-Decade Activity. 2000–2010.), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2010a, pp. 25–78.
- Shuntov, V.P., Temnykh, O.S., Naydenko, S.V., Zavolokin, A.V., Dolganova, N.T., Volkov, A.F., and Volvenko I.V.** To substantiation of carrying capacity of the Far-Eastern Seas and Subarctic Pacific for pacific salmon pasturing. Report 4. Effect of density-dependent interactions on pacific salmon food supply and role of the salmon in consumption of nekton's forage base, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okea-nogr.*, 2010b, vol. 161, pp. 25–52.
- Shuntov, V.P., Bocharov, L.N., Dulepova, E.P., Volkov, A.F., Temnykh, O.S., Volvenko, I.V., Melnikov, I.V., and Nadtochy, V.A.**, Results of monitoring and ecosystem research of biological resources of the Far East seas of Russia, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2003, vol. 132, pp. 3–26.
- Shuntov, V.P. and Volvenko, I.V.**, Atlases of quantitative distribution of nekton in the Far Eastern seas, *Dal'nevost. Region—Rybn. Khoz.*, 2005, no. 3, pp. 19–42.
- 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., Dulepova, E.P., Volvenko, I.V., Temnykh, O.S., Ivanov, O.A., and Glebov, I.I.**, The current status, structure, and fish capacity of pelagic and benthic macroecosystems of the Far Eastern seas, *Dal'nevostochnyye morya Rossii. Kn. 2: Issledovaniya morskikh ekosistem i bioresurov* (Far Eastern Seas of Russia, Book 2: Studies of Marine Ecosystems and Bioresources), Moscow: Nauka, 2007, pp. 502–518.

Shuntov, V.P. and Ivanov, O.A., Marine mammals in macro-ecosystems of Far Eastern seas and adjacent waters of the North Pacific, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 181, pp. 57–76.

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

Beamish, R.J., Leask, K.D., Ivanov, O.A., Balanov, A.A., Orlov, A.M., and Sinclair, B., The ecology, distribution, and abundance of midwater fishes of the Subarctic Pacific gyres, *Prog. Oceanogr.*, 1999, vol. 43, no. 2, pp. 399–442. doi 10.1016/S0079-6611(99)00017-8

Gjøsaeter, J. and Kawaguchi, K., A review of the world resources of mesopelagic fish, *FAO Fish. Techn. Pap.*, 1980, vol. 193.

Irigoin, X., Klevjer, T.A., Rostad, A., Martinez, U., Boyra, G., Acuna, J.L., Bode, A., Echevarria, F., Gonzales-Gordillo, J.I., Hernandez-Leon, S., Agusti-Requena, S., Aksnes, D.L., Duarte Quesada, C., and Kaartvedt, S., Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean, *Nat. Commun.*, 2014, vol. 5, pp. 1–10. doi 10.1038/ncomms4271

MacArthur, R.H. and Wilson, E.O., *The Theory of Island Biogeography*, Princeton: Princeton Univ. Press, 2001.

Shuntov, V.P., Review of research into macroecosystems of the Far Eastern seas: results, objectives, doubts, *PICES. Annu. Rep. 8th Meet. Sidney*, 2000, pp. 15–23.

Volvenko, I.V., The new large database of the Russian bottom trawl surveys in the Far Eastern Seas and the North Pacific Ocean in 1977–2010, *Int. J. Environ. Monit. Anal.*, 2014, vol. 2, no. 6, pp. 302–312. doi 10.11648/j.ijema.20140206.12

Поступила в редакцию 29.08.2018 г.

После доработки 3.09.2018 г.

Принята в печать 15.01.2019 г.