



## Водные биологические ресурсы

# Динамика биомассы промысловых рыб донно-придонного комплекса в подзоне Приморье в 2009–2020 гг.

Н.Л. Асеева, Д.Г. Кравченко, Д.В. Измятинский

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток, 690091  
E-mail: nadezhda.aseeva@tinro-center.ru

**Цель работы** состояла в изучении в подзоне Приморье динамики биомассы ценных промысловых видов рыб, добыча которых возможна с использованием донного трала.

**Основным методом** сбора материалов послужили учётные донные траловые съёмки в подзоне Приморье, выполненные в 2009–2020 гг.

**В результате** рассмотрена динамика биомассы рыб в целом и пяти отдельных объектов промысла, добычу которых можно вести донным тралом. За время исследований уменьшились ресурсы камбал и наваги. Биомасса бычков сначала несколько возросла (к 2016 г.), а затем тоже сократилась. Биомасса терпуга существенно колебалась по годам без проявления чётких тенденций. У трески отмечена тенденция повышения биомассы. В заливе Петра Великого наблюдается наибольшая удельная биомасса наваги и керчака-яока, в северном Приморье – камбалы Надёжного, многоиглого керчака и рассмотренных шлемоносцев, а в хабаровской части подзоны – трески и желтоперой камбалы.

**Заключение:** выявленные закономерности могут быть использованы при подготовке прогнозов состояния исследованных видов в подзоне Приморье.

**Ключевые слова:** подзона Приморье, биомасса рыб, динамика численности, камбалы, бычки, южный однопёрый терпуг, дальневосточная навага, тихоокеанская треска.

## Dynamics of biomass of commercial fish of the bottom-near bottom complex in the Primorye subzone in 2009–2020

Nadezhda L. Aseeva, Dmitry G. Kravchenko, Denis V. Izmyatinsky

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

**The aim** of the work was to study the dynamics of biomass of valuable commercial fish species in the Primorye subzone, the extraction of which is possible using bottom trawl.

**The main method** of collecting materials was the accounting bottom trawl surveys in the Primorye subzone, carried out in 2009–2020.

**As results**, the dynamics of fish biomass as a whole and five separate fishing objects, the extraction of which can be carried out by bottom trawl, are considered. During the research, the resources of flounders and saffron cod have decreased. The biomass of sculpins at first increased (by 2016), and then also decreased. Arabesque greenling biomass changed significantly over the years without showing clear trends. Pacific cod has a tendency to increase biomass. The largest specific biomass of saffron cod and plain sculpin are observed in Peter the Great Bay, sealyeye plaice and great, graypurple and black edged sculpins – in the northern Primorye, and pacific cod and yellowfin sole – in the Khabarovsk part of the subzone.

**Keywords:** Primorye subzone, fish biomass, population dynamics, flounders, sculpins, arabesque greenling, saffron cod, pacific cod.

### ВВЕДЕНИЕ

Планомерное изучение рыб подзоны Приморье было начато в первой половине XX века, с момента открытия в 1925 г. Тихоокеанской научно-исследовательской станции [Вдовин и др., 2004]. В частности, был организован ежегодный мониторинг тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847), дальневосточной наваги (*Eleginus gracilis* Tilesius, 1810) и дальневосточных камбал Pleuronectidae [Амброз, 1931; Дубровская, 1953; Моисеев, 1953; и др.]. С начала 1980-х гг. проводятся комплексные исследования ихтиоценов подзоны

Приморье, в которых учитываются все встречающиеся рыбы [Гаврилов и др., 1988; Борец, 1997; и др.]. Предыдущими исследователями было сформировано представление о состоянии рыбных ресурсов подзоны Приморье [Калчугин и др., 2006; Соломатов, 2008; Измятинский, 2012; Кравченко, Измятинский, 2019; и др.], как и других зон Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна [Шунтов, 2016; и др.], и делались попытки классифицировать рыб по различным экологическим и зоогеографическим группировкам [Шейко, 1983; Вдовин, Зуенко, 1997; и др.]. Но из всего многообразия рыб в подзоне только меньшая их

часть на сегодняшний день являются промысловыми или считаются перспективными для промысла. Рыбный промысел в подзоне в основном ведётся тремя способами – прибрежными орудиями лова (различные модификации ставных сетей и закидных неводов, снюрреводом и донным тралом). На основании многолетних полевых исследований, проводимых ТИПРО, накоплено достаточно данных только по работе донного трала.

Цель работы – по результатам учётных донных траловых съёмок 2009–2020 гг. в подзоне Приморье, показать динамику биомассы ценных промысловых видов рыб, добыча которых возможна с использованием донного трала.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы учётных донных траловых съёмок, выполненных в подзоне Приморье на судах СТМ «Профессор Кизеветтер» в марте-мае 2009 г.; МРТК «Янтарь» в августе-октябре 2009 г., августе-ноябре 2010 г., августе-сентябре 2011 г. и августе-октябре 2012 г.; РК МРТ «Бухоро» в октябре-декабре 2010 г., марте-мае и сентябре-октябре 2011 г., апреле-мае и сентябре-октябре 2012 г., марте-мае и июле-октябре 2013 г., марте-апреле и июле-октябре 2014 г., апреле-июле 2015 г., апреле-мае 2016 г. и апреле-июне 2018 г.; СТР «Владимир Сафонов» в марте-июне 2019 г. и апреле-июне 2020 г. В указанные сроки 2015 г., кроме подзоны Приморье, также была обследована западно-сахалинская подзона. Залив Петра Великого полностью был охвачен съёмками МРТК «Янтарь» и частично съёмками РК МРТ «Бухоро», а в 2019 г. съёмкой СТР «Владимир Сафонов». В северном Приморье (от м. Поворотный до м. Золотой) работы выполнялись на СТМ «Профессор Кизеветтер», РК МРТ «Бухоро» и в 2019 г. на СТР «Владимир Сафонов»; а в хабаровской части подзоны (севернее 47°20' с. ш.) – на РК МРТ «Бухоро» и в 2020 г. на СТР «Владимир Сафонов».

Таким образом, в работе использованы данные преимущественно весенних и осенних съёмок. Но поскольку в разных съёмках охватывался батиметри-

ческий диапазон от минимально возможных глубин траления до 700 м (табл. 1), сезонная изменчивость в распределении рыб значительно не влияла на оценки их биомассы, так как межсезонные перемещения рыб укладывались в пределах указанного диапазона. Последнее даёт основание данные по съёмкам объединять за год.

Траления в каждом из районов подзоны выполнялись по стандартной сетке станций (рис. 1). За данный период времени на всей рассматриваемой акватории в общей сложности было сделано более 3000 тралений. Траления осуществлялись донным тралом с мягким грунтропом и ячеей в кутце 30 мм, при этом в каждый трал была вшита вставка с размером ячеей 10 мм. Использовались тралы двух конструкций, отличающиеся по длине верхней подборы: на МРТК «Янтарь» и РК МРТ «Бухоро» в июле-октябре 2013 г. – 23,2-метровый, а во всех остальных случаях – 27,1-метровый. Скорость судна при тралении 23,2-метровым тралом менялась от 2,3 до 2,5 узлов, составляя в среднем 2,47 узла, а 27,1-метровым тралом – от 2,5 до 2,9 узлов, при среднем значении 2,78 узла.

Оценка численности и биомассы рыб выполнялась площадным методом по формуле З.М. Аксютинной [1968]:

$$N(W) = \frac{n(w) \times Q}{q \times k}, \quad (1)$$

где  $N(W)$  – численность (биомасса) на акватории  $Q$ ;  $q$  – площадь траления ( $\text{км}^2$ );  $k$  – дифференцированный по видам и массе особей коэффициент уловистости, конкретные значения которого приведены в работе Д.В. Измятинского и П.В. Калчугина [2010].

Площадь траления определялась по формуле:

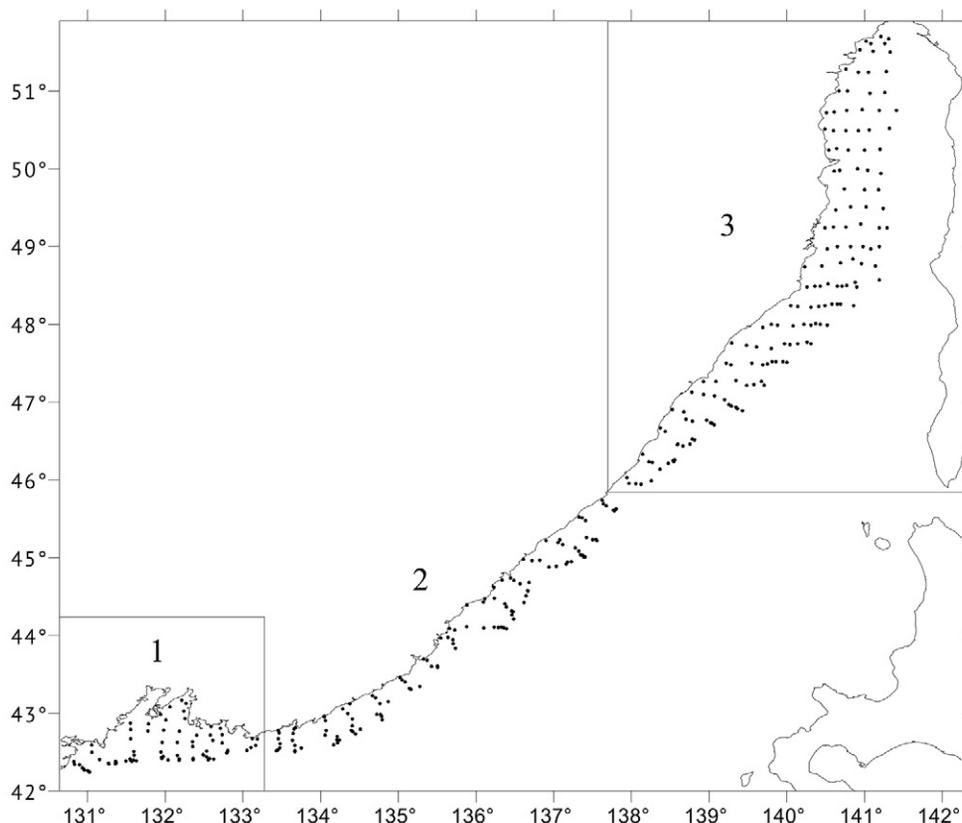
$$q = h \times v \times 1852 \div 1000000, \quad (2)$$

где  $h$  – горизонтальное раскрытие трала (м);  $v$  – скорость судна (узлов); 1852 – количество метров в одной морской миле.

Для оценки изменчивости величины биомассы в разные годы применялись стандартные статистиче-

**Таблица 1.** Стандартные характеристики съёмок в исследованных районах подзоны Приморье: районы показаны на рис. 1  
**Table 1.** Standard characteristics of surveys in the researched areas of the Primorye subzone: the areas are shown on the fig. 1

Район	Площадь, $\text{км}^2$	Глубины, м	Кол-во станций
Залив Петра Великого	11161,4	5–700	74
Северное Приморье	27527,7	20–700	169
Хабаровская часть подзоны	30284,0	5–700	109
Вся подзона	68973,1	5–700	352



**Рис. 1.** Карта-схема района работ в северо-западной части Японского моря: точками обозначены стандартные траловые станции: 1 – залив Петра Великого; 2 – северное Приморье; 3 – Татарский пролив

**Fig. 1.** Chart-scheme of the researched area in the northwestern part of the Sea of Japan: standard trawl stations are marked with dots: 1 – Peter the Great Bay; 2 – northern Primorye; 3 – Tatar Strait

ские параметры [Суходольский, 1972; Громыко, 1981; Зайцев, 1984; и др.]: минимум (min), максимум (max), среднее арифметическое ( $M$ ), ошибка средней ( $m$ ), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), эксцесс ( $E$ ) и асимметрия ( $A$ ).

Проверку нормальности вариационного ряда биомассы проводили по методу Е.И. Пустыльника [1968]. Согласно этому методу, распределение признака следует считать нормальным, если абсолютные значения коэффициентов эксцесса и асимметрии его статистического ряда ниже либо равны критическим значениям этих показателей. Критические значения коэффициентов эксцесса ( $E_{кр}$ ) и асимметрии ( $A_{кр}$ ) рассчитываются по формулам:

$$E_{кр} = 5 \sqrt{\frac{24n \times (n-2) \times (n-3)}{(n+1)^2 \times (n+3) \times (n+5)}}; \quad (3)$$

$$A_{кр} = 3 \sqrt{\frac{6 \times (n-1)}{(n+1) \times (n+3)}}, \quad (4)$$

где  $n$  – объём выборки.

Поскольку межгодовые ряды биомассы конкретных видов и рыб в целом подчинялись закону нормального распределения, для сравнения значений их биомасс в разных районах мы использовали параметрический  $t$ -критерий Стьюдента, значения которого рассчитывались по формуле:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (5)$$

где  $n_1, n_2$  – количество вариантов в 1-й и 2-й выборках;  $M_1, M_2$  – средние арифметические значения в 1-й и 2-й выборках;  $\sigma_1, \sigma_2$  – стандартные отклонения в 1-й и 2-й выборках. Число степеней свободы для нахождения критических значений  $t$ -критерия Стьюдента определялось по формуле:

$$Df = n_1 + n_2. \quad (6)$$

Доли видов (или групп видов) в составе биомассы более крупных групп (или всей биомассы рыб) для разных районов сравнивали с помощью критерия Фишера ( $F$ ) [Зайцев, 1984]:

$$F = (\varphi_1 - \varphi_2)^2 \frac{N_1 \times N_2}{N_1 + N_2} \quad (7)$$

где  $N_1, N_2$  – объёмы сравниваемых выборок;  $\varphi_1, \varphi_2$  – числа, полученные в результате преобразования долей по формуле:

$$\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}, \quad (8)$$

где  $p$  – доля вида (или группы видов) в сравниваемой биомассе рыб. При пользовании данным методом первое число степеней свободы всегда равно единице ( $Df(1)=1$ ), а второе находится по формуле:

$$Df(2) = N_1 + N_2 - 2. \quad (9)$$

Выявление взаимосвязи между изменением биомассы двух разных видов (или биомасс групп видов) осуществлялось с помощью рангового коэффициента корреляции Спирмена ( $r_s$ ) по формуле:

$$r_s = 1 - 6 \times \frac{\sum d^2 + T_a + T_b}{N \times (N^2 - 1)}, \quad (10)$$

где  $N$  – количество ранжируемых значений;  $d$  – разность между рангами в первом и втором вариационных рядах;  $T_a$  и  $T_b$  – поправки на одинаковые ранги в первом и втором вариационных рядах. Поправки считаются по формуле:

$$T_a = \sum (a^3 - a) / 12, \quad (11)$$

где  $a$  (или  $b$ ) – объём каждой группы одинаковых рангов в ранговом ряду.

Значения терминов, характеризующих происхождение и экологическую принадлежность видов, соответствуют их смысловому содержанию в работе Б.А. Шейко, В.В. Фёдорова [2000]. Из этой же работы взяты градации по частоте встречаемости, согласно которым высокую частоту встречаемости имеет вид, отмеченный в более чем 50% уловов, среднюю – в 10–50% уловов и низкую – в менее чем 10% уловов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За время исследований в подзоне Приморье, по результатам уловов донного трала, зарегистрировано 198 видов рыб, относящихся к 47 семействам и 18 отрядам (табл. 2). Среди семейств наибольшим числом видов были представлены рогатковые Cottidae – 30, стихеевые Stichaeidae – 25, камбаловые – 18, лисичковые Agonidae – 17 и бельдюговые Zoarcidae – 13. На большинство остальных семейств приходилось по 1–3 вида. На уровне отрядов основную долю в списочный состав вносили скорпенообразные Scorpaeniformes – 42,4% и окунеобразные

Perciformes – 28,3%. По зоогеографическому происхождению большая часть видов подзоны (43,4%) имеет низкобореальное приазиатское. Также значительна была доля широкобореальных приазиатских (18,7%), широкобореальных тихоокеанских (13,1%), арктическо-бореальных (9,6%) и низкобореальных субтропических (8,6%) видов. Среди экологических группировок наибольшую часть ихтиоцены занимали элиторальная (38,9%) и сублиторальная (26,3%). Кроме того, была существенна доля мезобентальных рыб (13,6%).

Из зарегистрированных видов их самое большое число (176) отмечалось в северном Приморье (табл. 2). Чуть меньше видов, из-за отсутствия ряда самых северных представителей, обнаружено в заливе Петра Великого (151). И наименьшее количество видов (117) было встречено в Хабаровской части подзоны, что обусловлено уменьшением количества видов с юга на север.

Из 198 зарегистрированных видов рыб специализированному промыслу в подзоне Приморье подвергается только около 10% видов. А специализированными объектами донного тралового промысла, которым посвящена данная работа, являются три отдельных вида – тихоокеанская треска (*Gadus macrocephalus* Tilesius, 1810), дальневосточная навага и южный однопёрый терпуг (*Pleurogrammus azonus* Jordan & Metz, 1913); и три многовидовых объекта (камбалы, бычки и скаты). При этом на скатах мы не останавливаемся отдельно, так как из-за их низкой улавливаемости имеющимися орудиями лова, они в Приморье пока не представляют серьёзного интереса для промышленности. Кроме того, мы не рассматриваем являющегося массовым в Приморье минтая (*Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814), так как его промысел донным тралом здесь запрещён.

По данным учётных донных траловых съёмок 2009–2020 гг., общая биомасса рыб в подзоне Приморье изменялась от 222,2 до 599,2 тыс. т, составив в среднем 396,1 тыс. т. Общая численность рыб в подзоне варьировала от 1,7 до 10,0 млрд экз., при среднем значении 4,0 млрд экз. В соответствии с этими оценками средний вес одной особи в подзоне (без идентификации до вида) менялся от 72 до 183 г. На динамику интегральных показателей среднего веса накладывали отпечаток разнонаправленные тенденции в динамике численности конкретных видов. Если равновесие смещалось в сторону увеличения численности камбал или терпуга, то средний вес одной особи, как правило, повышался. А если становилось больше наваги или сельди, то, в связи с большим

**Таблица 2.** Список видов рыб, зарегистрированных в уловах донного трала, и их частота встречаемости в уловах  
**Table 2.** List of fish species registered in the bottom trawl catches and their frequency of occurrence in catches

Семейство, вид	R	EG	ЗПВ	СП	ТП
I. Petromyzontidae					
1. <i>Lethenteron camtschaticum</i>	а-б	an		+	
II. Lamnidae					
2. <i>Lamna ditropis</i>	ш-т	ep		+	
III. Squalidae					
3. <i>Squalus acanthias</i>	к	os	+	+	+
IV. Arhynchobatidae					
4. <i>Bathyragea bergi</i>	нб-аз	mb	+	+	
5. <i>Bathyragea parmifera</i>	ш-аз	mb	++	++	+
V. Rajidae					
6. <i>Beringragera pulchra</i>	нб-аз	os		+	+
VI. Acipenseridae					
7. <i>Acipenser mikadoi</i>	нб-аз	an		+	
VII. Clupeidae					
8. <i>Clupea pallasii</i>	а-б	cp	++	++	++
9. <i>Konosirus punctatus</i>	нб-ст	cp	+		
10. <i>Sardinops melanostictus</i>	нб-ст	cp	+	+	+
VIII. Engraulidae					
11. <i>Engraulis japonicus</i>	нб-ст	cp	+	+	
IX. Cyprinidae					
12. <i>Tribolodon brandtii</i>	нб-аз	an	++	+	
13. <i>Tribolodon hakuensis</i>	нб-аз	sa	+		
X. Osmeridae					
14. <i>Hypomesus japonicus</i>	ш-аз	cp	+	+	+
15. <i>Hypomesus nipponensis</i>	нб-аз	sa	+		
16. <i>Hypomesus olidus</i>	а-б	sa		+	+
17. <i>Mallotus villosus</i>	а-б	cp	+	+	++
18. <i>Osmerus dentex</i>	а-б	an	+	+	++
XI. Salangidae					
19. <i>Salangichthys microdon</i>	нб-аз	sa	+	+	+
XII. Salmonidae					
20. <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	ш-т	an		+	+
21. <i>Oncorhynchus keta</i>	ш-т	an		+	+
22. <i>Oncorhynchus masou</i>	ш-аз	an	+	+	+
23. <i>Salvelinus leucomaenis</i>	ш-аз	an	+	+	+
XIII. Gadidae					
24. <i>Eleginus gracilis</i>	а-б	os	+++	++	+++
25. <i>Gadus macrocephalus</i>	ш-т	os	++	++	+++
26. <i>Gadus chalcogrammus</i>	ш-т	os	+++	+++	+++
XIV. Lophiidae					
27. <i>Lophiomus setigerus</i>	тр-ст	mb	+		
28. <i>Lophius litulon</i>	нб-ст	mb	+		
XV. Scomberesocidae					
29. <i>Cololabis saira</i>	нб-ст	ep		+	
XVI. Belonidae					
30. <i>Strongylura anastomella</i>	нб-ст	cp	+		
XVII. Hypoptychidae					
31. <i>Hypoptychus dybowskii</i>	нб-аз	is	+	+	
XVIII. Gasterosteidae					
32. <i>Gasterosteus aculeatus</i>	а-б	cp		+	+
33. <i>Pungitius pungitius</i>	цп	sa			+
XIX. Syngnathidae					
34. <i>Syngnathus schlegelii</i>	нб-аз	is		+	
XX. Sebastidae					
35. <i>Sebastes baramenuke</i>	ш-аз	mb		+	
36. <i>Sebastes glaucus</i>	ш-аз	is	+	+	+
37. <i>Sebastes minor</i>	нб-аз	is	++	+	
38. <i>Sebastes owstoni</i>	нб-аз	mb	++	++	+
39. <i>Sebastes schlegelii</i>	нб-аз	is	+	+	
40. <i>Sebastes steindachneri</i>	нб-аз	os	+	+	+
41. <i>Sebastes taczanowskii</i>	нб-аз	os	+	+	+
42. <i>Sebastes trivittatus</i>	нб-аз	is	+	+	+
43. <i>Sebastolobus macrochir</i>	ш-аз	mb		+	
XXI. Hexagrammidae					
44. <i>Hexagrammos lagocephalus</i>	ш-аз	os		+	
45. <i>Hexagrammos octogrammus</i>	ш-т	is	+	+	+
46. <i>Hexagrammos otakii</i>	нб-ст	is	+	+	
47. <i>Hexagrammos stelleri</i>	ш-т	is	++	+	++
48. <i>Pleurogrammus azonus</i>	нб-аз	os	+++	+++	++
49. <i>Pleurogrammus monoptyerygius</i>	вб-т	os	+	+	+
XXII. Cottidae					
50. <i>Alcichthys elongatus</i>	нб-аз	os	++	+	+
51. <i>Argyrocottus zanderi</i>	нб-аз	l		+	
52. <i>Arteidiellus dydymovi</i>	ш-аз	os	+	+	+
53. <i>Bero elegans</i>	нб-аз	l	+	+	
54. <i>Cottiusculus gonez</i>	нб-аз	os	+	+	
55. <i>Cottiusculus schmidti</i>	нб-аз	os	+	+	
56. <i>Cottus czerskii</i>	нб-аз	sa		+	
57. <i>Enophrys dicerca</i>	ш-т	os	++	+	+
58. <i>Gymnocanthus detrisus</i>	ш-аз	os	++	+++	++
59. <i>Gymnocanthus herzensteini</i>	ш-аз	os	++	++	+
60. <i>Gymnocanthus intermedius</i>	нб-аз	is	+	+	
61. <i>Gymnocanthus pistilliger</i>	а-б	is	++	+	+
62. <i>Hemilepidotus gilberti</i>	ш-т	os	++	++	++
63. <i>Icelus cataphractus</i>	нб-аз	os	++	++	+
64. <i>Icelus gilberti</i>	нб-аз	os		+	+
65. <i>Icelus rastrinoides</i>	нб-аз	mb	+	+	+
66. <i>Icelus stenosomus</i>	нб-аз	os	+	+	+
67. <i>Megalocottus platycephalus</i>	а-б	is	+	+	
68. <i>Microcottus sellaris</i>	ш-аз	l		+	

Семейство, вид	R	EG	ЗПВ	СП	ТП
69. <i>Myoxocephalus brandtii</i>	нб-аз	is	++	+	+
70. <i>Myoxocephalus jaok</i>	ш-аз	os	+++	++	+++
71. <i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	ш-аз	os	++	+++	+++
72. <i>Myoxocephalus stelleri</i>	ш-аз	is	+	+	+
73. <i>Radulinopsis derjavini</i>	нб-аз	l		+	
74. <i>Radulinopsis derjugini</i>	нб-аз	l		+	
75. <i>Stelgistrum stejneri</i>	ш-аз	os		+	
76. <i>Taurocottus bergii</i>	нб-аз	os	+	+	+
77. <i>Triglops jordani</i>	ш-аз	os	++	+	+
78. <i>Triglops pingelii</i>	а-б	os	++	++	
79. <i>Triglops scepticus</i>	ш-т	os	+	++	+
XXIII. Hemitripteridae					
80. <i>Blepsias bilobus</i>	ш-т	os		+	+
81. <i>Blepsias cirrhosus</i>	ш-т	os	+	+	+
82. <i>Hemitripterus villosus</i>	ш-т	is	+	+	+
83. <i>Nautichthys pribilovius</i>	ш-т	os	+	+	+
XXIV. Psychrolutidae					
84. <i>Dasycottus setiger</i>	ш-т	mb	+	+	+
85. <i>Eurymen gyrinus</i>	ш-аз	os	+	+	+
86. <i>Malacocottus zonurus</i>	ш-т	mb	+	+	+
87. <i>Psychrolutes paradoxus</i>	ш-аз	os	+	+	
XXV. Agonidae					
88. <i>Agonomalus jordani</i>	нб-аз	os	++	+	+
89. <i>Agonomalus proboscidalis</i>	нб-аз	os	+	+	+
90. <i>Anoplagonus occidentalis</i>	нб-аз	os		+	
91. <i>Aspidophoroides bartoni</i>	ш-аз	os	+	+	+
92. <i>Bothragonus occidentalis</i>	нб-аз	is		+	+
93. <i>Brachyopsis segaliensis</i>	нб-аз	is	+	+	+
94. <i>Freemanichthys thompsoni</i>	нб-аз	os	+	+	+
95. <i>Hypsagonus corniger</i>	нб-аз	os	+	+	+
96. <i>Leptagonus decagonus</i>	а-б	os			+
97. <i>Ocella dodecaedron</i>	ш-т	is	+	+	+
98. <i>Pallasina barbata</i>	ш-т	is	+	+	+
99. <i>Percis japonica</i>	ш-аз	os	+	+	+
100. <i>Podothecus sachi</i>	нб-аз	os			+
101. <i>Podothecus sturioides</i>	ш-аз	os	++	++	++
102. <i>Podothecus veterus</i>	а-б	os	++	++	++
103. <i>Sarritor knipowitschi</i>	нб-аз	os	+	+	+
104. <i>Tilesina gibbosa</i>	нб-аз	os	++	+	+
XXVI. Cyclopteridae					
105. <i>Aptocyclus ventricosus</i>	ш-т	os	+	+	+
106. <i>Cyclopteropsis bergi</i>	нб-аз	os	+	+	+
107. <i>Cyclopteropsis lindbergi</i>	ш-аз	os		+	
108. <i>Eumicrotremus asperrimus</i>	ш-аз	os	+	+	+
109. <i>Eumicrotremus pacificus</i>	нб-аз	os	+	+	+
110. <i>Eumicrotremus taranetzi</i>	ш-аз	os		+	

Семейство, вид	R	EG	ЗПВ	СП	ТП
111. <i>Eumicrotremus tartaricus</i>	нб-аз	mb		+	+
XXVII. Liparidae					
112. <i>Careproctus colletti</i>	ш-т	mb		+	
113. <i>Careproctus rastrinus</i>	ш-т	mb	+	+	+
114. <i>Careproctus trachysoma</i>	нб-аз	mb	+	+	+
115. <i>Crystallias matsushimae</i>	нб-аз	mb	+	+	+
116. <i>Liparis agassizii</i>	нб-аз	is	+	+	
117. <i>Liparis ochotensis</i>	ш-т	os	++	++	+
118. <i>Liparis tessellatus</i>	нб-аз	os	+	+	
XXVIII. Lateolabracidae					
119. <i>Lateolabrax japonicus</i>	тр-ст	ср	+		
XXIX. Polyprionidae					
120. <i>Stereolepis gigas</i>	нб-ст	is		+	
XXX. Mugilidae					
121. <i>Liza haematocheila</i>	нб-аз	sa	+	+	
122. <i>Mugil cephalus</i>	цгт	an	+	+	
XXXI. Bathymasteridae					
123. <i>Bathymaster derjugini</i>	нб-аз	is	+	+	
XXXII. Zoarcidae					
124. <i>Bilabria ornata</i>	нб-аз	os		+	
125. <i>Bothrocara hollandi</i>	нб-аз	mb	+	+	+
126. <i>Davidjordania lacertina</i>	нб-аз	os	+	+	
127. <i>Gymnelopsis brashnikovii</i>	нб-аз	os	+		
128. <i>Krusensterniella maculata</i>	нб-аз	os	+	+	+
129. <i>Lycodes japonicus</i>	нб-аз	mb	+	+	
130. <i>Lycodes nakamurae</i>	нб-аз	mb	+	+	+
131. <i>Lycodes tanakae</i>	нб-аз	mb	+	++	++
132. <i>Lycodes toyamensis</i>	нб-аз	mb	+	+	+
133. <i>Lycodes uschakovi</i>	вб-аз	mb		+	
134. <i>Lycodes yamatoii</i>	нб-аз	mb	+	+	+
135. <i>Lycosoarces regani</i>	вб-аз	os		+	
136. <i>Zoarces elongatus</i>	ш-аз	is		+	+
XXXIII. Stichaeidae					
137. <i>Acantholumpenus mackayi</i>	ш-аз	is	+	+	+
138. <i>Alectrias benjamini</i>	нб-аз	l	+		
139. <i>Alectrias gallinus</i>	ш-аз	l		+	
140. <i>Anisarchus macrops</i>	нб-аз	os		+	+
141. <i>Anisarchus medius</i>	а-б	os		+	+
142. <i>Askoldia variegata</i>	нб-аз	os	+	+	+
143. <i>Bryozoichthys lysimus</i>	ш-аз	mb		+	+
144. <i>Chirolophis japonicus</i>	нб-аз	is	+	+	
145. <i>Chirolophis saitone</i>	нб-ст	is		+	
146. <i>Chirolophis snyderi</i>	ш-аз	is		+	
147. <i>Kasatkia memorabilis</i>	нб-аз	is	+	+	
148. <i>Leptoclinus maculatus</i>	а-б	os		+	+
149. <i>Lumpenella longirostris</i>	а-т	mb	+	+	+

Семейство, вид	R	EG	ЗПВ	СП	ТП
150. <i>Lumpenus sagitta</i>	а-б	is	++	+	
151. <i>Neozarces pulcher</i>	нб-аз	l	+		
152. <i>Opisthocentrus ocellatus</i>	ш-аз	is	+	+	
153. <i>Opisthocentrus zonope</i>	нб-аз	is	+	+	
154. <i>Pholidapus dybowskii</i>	нб-аз	is	+	+	
155. <i>Soldatovia polyactocephala</i>	ш-аз	is	+	+	
156. <i>Stichaeopsis epallax</i>	нб-аз	is	+	+	
157. <i>Stichaeopsis nevelskoi</i>	ш-аз	is	+	+	+
158. <i>Stichaeus grigorjewi</i>	нб-аз	os	+	+	+
159. <i>Stichaeus nozawae</i>	нб-аз	os	+	+	+
160. <i>Stichaeus ochriamkini</i>	нб-аз	is	+	+	+
161. <i>Xenolumpenus longipterus</i>	нб-аз	mb		+	
XXXIV. Cryptacanthodidae					
162. <i>Cryptacanthodes bergi</i>	нб-аз	is	+	+	+
XXXV. Pholidae					
163. <i>Pholis nebulosa</i>	нб-аз	is	+	+	
164. <i>Pholis picta</i>	ш-аз	l	+	+	+
XXXVI. Anarhichadidae					
165. <i>Anarhichas orientalis</i>	ш-т	is	+	+	+
XXXVII. Ptilichthyidae					
166. <i>Ptilichthys goodei</i>	ш-т	os	+		
XXXVIII. Trichodontidae					
167. <i>Arctoscopus japonicus</i>	нб-аз	os	++	++	++
XXXIX. Ammodytidae					
168. <i>Ammodytes hexapterus</i>	а-б	os	+	+	+
XL. Gobiidae					
169. <i>Acanthogobius flavimanus</i>	нб-аз	l	+		
XLI. Trichiuridae					
170. <i>Trichiurus lepturus</i>	цгт	os	+		
XLII. Scombridae					
171. <i>Scomber japonicus</i>	к	ср		+	
XLIII. Centrolophidae					
172. <i>Hyperoglyphe japonica</i>	нб-ст	os	+	+	
XLIV. Stromateidae					
173. <i>Pampus argenteus</i>	тр-ст	os	+	+	
174. <i>Pampus echinogaster</i>	нб-ст	os	+	+	
XLV. Pleuronectidae					
175. <i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>	нб-аз	os	+++	+++	+++
176. <i>Atheresthes evermanni</i>	ш-аз	mb		+	+
177. <i>Cleisthenes herzensteini</i>	нб-аз	is	++	+	+
178. <i>Clidoderma asperrimum</i>	ш-т	mb		+	+
179. <i>Glyptocephalus stelleri</i>	ш-аз	os	+++	+++	+++
180. <i>Hippoglossoides dubius</i>	нб-аз	os	++	++	++
181. <i>Hippoglossus stenolepis</i>	а-б	os		+	
182. <i>Kareius bicoloratus</i>	нб-ст	is	+		
183. <i>Lepidopsetta mochigarei</i>	нб-аз	is	+	+	++
184. <i>Limanda aspera</i>	а-б	is	++	+	+++
185. <i>Limanda punctatissima</i>	нб-аз	is	+++	+	+
186. <i>Limanda sakhalinensis</i>	ш-аз	os	+	+	++
187. <i>Liopsetta pinnifasciata</i>	нб-аз	is	++	+	+
188. <i>Platichthys stellatus</i>	а-б	is	+	+	++
189. <i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	ш-т	is	+	+	+
190. <i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	нб-аз	is	+++	+	+
191. <i>Pseudopleuronectes obscurus</i>	нб-аз	is	+	+	+
192. <i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	нб-аз	is	+++	+	+
XLVI. Monacanthidae					
193. <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	нб-ст	is	+		
194. <i>Thamnaconus modestus</i>	тр-ст	is	+	+	
XLVII. Tetraodontidae					
195. <i>Takifugu pardalis</i>	нб-ст	ср	+		
196. <i>Takifugu porphyreus</i>	нб-ст	ср	+		
197. <i>Takifugu rubripes</i>	нб-ст	ср	+		
198. <i>Takifugu xanthopterus</i>	нб-ст	ср	+		

Примечание. ЗПВ – залив Петра Великого, СП – северное Приморье, ТП – хабаровская часть подзоны Приморье (приматериковая часть Татарского пролива); + – низкая, ++ – средняя, +++ – высокая частота встречаемости вида; R – происхождение вида (нб-аз – низкореальный приазиатский, нб-ст – низкореальный субтропический, ш-аз – широкобореальный приазиатский, ш-т – широкобореальный тихоокеанский, а-б – арктическо-бореальный, вб-аз – высокобореальный приазиатский, вб-т – высокобореальный тихоокеанский, к – космополит, тр-ст – тропическо-субтропический, цп – циркумполярный, цгт – циркумглобальный тепловодный); EG – экологическая группировка вида (l – литоральный, is – сублиторальный, os – элиторальный, mb – мезобентальный, ср – неритопелагический, ер – эпипелагический, ап – проходной, са – полупроходной).

количеством молоди в их скоплениях, средний вес одной рыбы в подзоне понижался.

В целом, от оценённых ресурсов рыб в российской зоне Японского моря на долю подзоны Приморье в среднем приходится 62,4% по биомассе и 68,2% – по численности, оставшаяся часть ресурсов сосредото-

чивается, соответственно, в западно-сахалинской подзоне. По среднемноголетним данным, большая часть ресурсов рыб подзоны Приморье (43,3% по биомассе и 37,4% по численности) локализуется в северном Приморье, хабаровская часть подзоны вносит 30,5% в общую биомассу и 34,4% в общую чис-

ленность, а залив Петра Великого – 26,2% в биомассу и 28,2% в численность.

При рассмотрении динамики удельной биомассы всех рыб в подзоне Приморье значительных скачков в величине этого показателя нами отмечено не было. Общая удельная биомасса рыб подзоны была выше в 2010, 2014 и 2019 гг. (7,2–8,7 т/км<sup>2</sup>) и ниже в 2009 и 2020 гг. (3,2–3,3 т/км<sup>2</sup>), а в большинстве случаев менялась от 4,5 до 5,8 т/км<sup>2</sup>.

Более значительные колебания общей биомассы рыб на единицу площади наблюдались в конкретных районах подзоны. Так, в заливе Петра Великого она варьировала от 2,5 до 12,9 т/км<sup>2</sup>, в северном Приморье – от 2,8 до 12,1 т/км<sup>2</sup>, а в хабаровской части подзоны – от 2,8 до 6,4 т/км<sup>2</sup>. Во всех районах многолетние вариационные ряды удельных биомасс подчинялись закону нормального распределения, о чем свидетельствуют эмпирические значения эксцесса и асимметрии, которые в абсолютном выражении ниже критических значений (табл. 3). В целом, среднесуточная ихтиомасса на единицу площади была более высока в заливе Петра Великого (7,9 т/км<sup>2</sup>) и северном Приморье (6,5 т/км<sup>2</sup>) и несколько ниже в хабаровской части подзоны (4,2 т/км<sup>2</sup>).

Сравнение удельной биомассы всех рыб с помощью критерия Стьюдента показало, что между заливом Петра Великого и северным Приморьем достоверные различия по этому показателю не выявлены, так как в данном случае рассчитанное значение критерия было ниже критического даже при 95%-ном уровне значимости. Но сравнение значений удельной ихтиомассы в северном Приморье и Хабаровском крае показало, что в северном Приморье с вероятностью 95% этот показатель выше, чем в хабаровской части подзоны. В дополнение к этому, была обнаружена прямая взаимосвязь между изменениями плотности биомассы рыб в северном Приморье и в Хабаровском крае, соответствующая коэффициенту корреля-

ции 0,71. В то же время между изменениями удельной биомассы рыб в северном Приморье и в заливе Петра Великого зависимости не прослеживалось, что выразилось в виде незначительного отрицательного коэффициента корреляции, равного –0,02. Два северных района подзоны подвержены действию одного и того же Приморского течения [Юрасов, Яричин, 1991], что, несомненно, отражается на распределении рыб в них. А на распределение биоты в заливе Петра Великого уже влияет совокупность других факторов, находящихся в связи с более южными течениями и круговоротами воды в Японском море.

Биомасса камбал в подзоне Приморье изменялась от 32,3 до 154,4 тыс. т, составляя в среднем 81,9 тыс. т. Средний вес их одной особи в каждом году превышал 100 г и варьировал от 115 до 198 г.

Удельная биомасса всех камбал в подзоне (рис. 2) была относительно низка в 2009 г. (0,9 т/км<sup>2</sup>), но в 2010 г. увеличилась примерно в 2 раза, за счёт вступления в промысловое стадо среднеурожайных поколений части их массовых видов, появившихся в середине и второй половине нулевых годов нынешнего века [Кравченко, Измятинский, 2019]. В течение следующих пяти лет удельная биомасса камбал в подзоне держалась примерно на уровне 1,5–2,2 т/км<sup>2</sup>, а потом начала снижаться, составляя около 1,1 т/км<sup>2</sup> на протяжении 2015–2017 гг., но в 2018 г. упав до 0,8 т/км<sup>2</sup>, а в 2020 – до 0,6 т/км<sup>2</sup>.

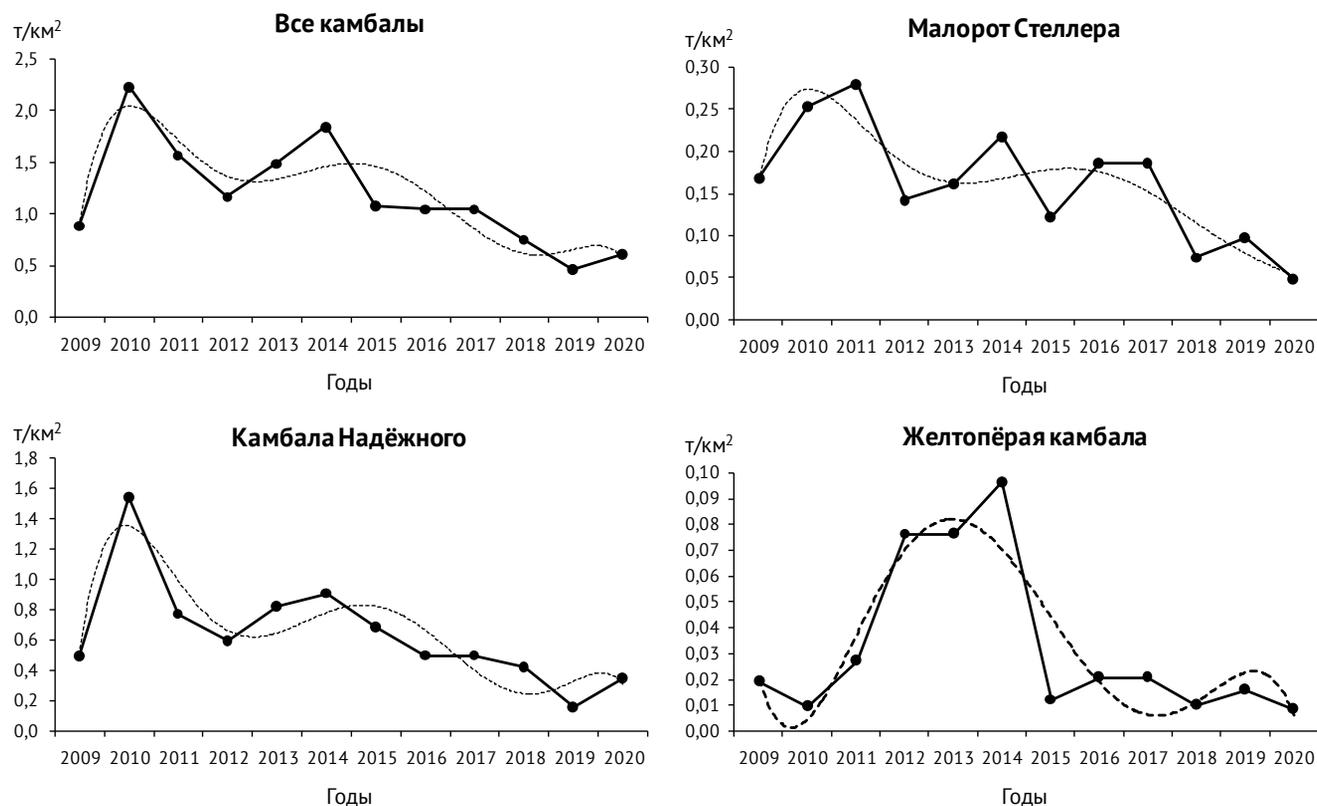
Динамика уровня ресурсов камбал в определенной степени коррелировала с увеличением и уменьшением среднего веса их особей, который достигал относительно высоких значений в 2009–2010 гг. (160–190 г), затем снижался до 115 г в 2014 г. и снова повысился к 2019–2020 гг. до 190–200 г. То есть, в целом, при уменьшении биомассы камбал повышался их средний вес, что свидетельствовало об отсутствии в ближайшие предшествующие годы урожайных поколений и некотором старении популяций.

**Таблица 3.** Вариабельность общей биомассы рыб на единицу площади (т/км<sup>2</sup>) в подзоне Приморье и трех конкретных её районах по данным съёмов 2009–2020 гг.

**Table 3.** Variability of the total biomass of fish per unit of area (t/km<sup>2</sup>) in the Primorye subzone and in its three specific areas according to the surveys of 2009–2020

Район	<i>M</i>	<i>m</i>	$\sigma$	<i>E</i>	<i>E</i> <sub>кр</sub>	<i>A</i>	<i>A</i> <sub>кр</sub>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Зал. Петра Великого	7,93	1,05	3,16	0,11	3,67	-0,22	1,90	2,54	12,86
северное Приморье	6,45	0,73	2,43	2,32	3,84	1,08	1,79	2,84	12,11
Татарский пролив	4,24	0,47	1,32	-1,05	3,53	0,54	1,95	2,79	6,41
подзона Приморье	5,74	0,47	1,63	-0,14	3,88	0,07	1,75	3,22	8,69

*Примечание.* *M* – среднее значение; *m* – ошибка средней;  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение; *E* – эксцесс; *A* – асимметрия; *E*<sub>кр</sub> и *A*<sub>кр</sub> – критические значения эксцесса и асимметрии; *Min* и *Max* – минимальное и максимальное значения биомассы.



**Рис. 2.** Межгодовая динамика удельной биомассы камбал в подзоне Приморье, по данным учётных донных траловых съёмок 2009–2020 гг.: толстой сплошной линией показана эмпирическая зависимость, тонкой пунктирной – теоретическая полиномиальная зависимость

**Fig. 2.** Interannual dynamics of the specific biomass of flounders in the Primorye subzone, according to the data of the bottom trawl surveys of 2009–2020: the thick solid line shows empirical dependence, the thin dotted line – theoretical polynomial dependence

По конкретным районам средняя суммарная удельная биомасса камбал менялась не сильно, составляя 1,1 т/км<sup>2</sup> – в заливе Петра Великого, 1,3 т/км<sup>2</sup> – в северном Приморье и 1,4 т/км<sup>2</sup> – в хабаровской части подзоны, и, согласно значениям критерия Стьюдента, в этих районах значимо не различалась, так как фактические значения последнего (0,23–0,51) были ниже критических при 95%-ном уровне значимости (2,086–2,093). Кроме того, между изменениями удельной биомассы камбал в разных районах подзоны прослеживалась средняя и сильная корреляция – для залива Петра Великого и северного Приморья – 0,77, а для северного Приморья и Хабаровского края – 0,54. Видимо, это обусловлено тем, что распределение донных камбал меньше подвержено влиянию течений, чем придонных и придонно-пелагических видов, а другие факторы среды в сравниваемых районах сходны.

Относительно отдельных видов камбал можно сказать, что в северном Приморье наибольшая промысловая нагрузка приходилась на камбалу Надёж-

ного (*Acanthopsetta nadeshnyi* Schmidt, 1904) и малорота Стеллера (*Glyptocephalus stelleri* Schmidt, 1904), а в заливе Петра Великого – на желтоперую камбалу (*Limanda aspera* Pallas, 1814). Межгодовая динамика удельной биомассы камбалы Надёжного и малорота Стеллера (рис. 2) была близка к рассмотренной динамике этого показателя для камбал в целом, а динамика биомассы на единицу площади желтопёрой камбалы несколько отличалась. В связи с более поздним, после депрессии первой половины нулевых годов, появлением урожайных поколений у желтопёрой камбалы, увеличение её ресурсов наблюдалось от 2010 г. к 2014 г. – от 0,010 до 0,097 т/км<sup>2</sup> в расчёте на всю подзону. Затем удельная биомасса желтоперой камбалы снизилась и держалась на относительно низком уровне (0,009–0,021 т/км<sup>2</sup>) в течение 2015–2020 гг. Для находящихся далеко друг от друга залива Петра Великого и второго предпочтительного для желтопёрой камбалы района – Татарского пролива явно характерны разные внутривидовые группировки данной камбалы, но изменения величины её биомас-

сы в этих двух районах происходили почти синхронно (корреляция составила почти 80%).

В подзоне Приморье к промысловым бычкам относятся представители двух семейств Cottidae и Hemitripterae. Их суммарная биомасса здесь, по данным учётных съёмки, варьировала от 31,2 до 134,1 тыс. т, при среднем значении 89,9 тыс. т (рис. 3). Средний вес одного неидентифицированного до вида бычка в разные годы изменялся от 195 до 356 г, составив в среднем 267 г. Удельная биомасса бычков в подзоне, начиная с 2009 г., когда она была равна 647 кг/км<sup>2</sup>, до 2016 г. повышалась, достигнув к этому времени величины около 2 т/км<sup>2</sup>. Затем началось снижение удельной биомассы бычков – до 452 кг/км<sup>2</sup> в 2020 г. Так как целевого промысла бычков в подзоне Приморье не ведётся, мы полагаем, что наблюдавшееся в настоящее время уменьшение их ресурсов обусловлено не промысловым прессом, а естественными причинами, и что это снижение биомассы бычков закономерно сменится естественным подъёмом их численности.

По районам удельная среднемноголетняя биомасса бычков уменьшается с юга на север: в заливе Петра Великого она составила 2,03 т/км<sup>2</sup>, в северном Приморье – 1,7 т/км<sup>2</sup> и в Хабаровском крае – 0,56 т/км<sup>2</sup>. При этом оценки биомассы бычков на единицу площади в заливе Петра Великого и северном Приморье по величине достоверно не различались, но в северном Приморье удельная биомасса бычков с вероятностью 99,9% была выше, чем в Хабаровской части подзоны.

Межгодовые изменения плотности биомассы отдельных массовых видов бычков в основном происходили так же, как изменения плотности биомассы всей этой группы рыб в целом. В частности, по описанной для бычков тенденции менялась в разные годы удельная биомасса многоиглого (*Myoxocephalus polyacanthocephalus* Pallas, 1814) и яка (*M. jaok* Cuvier, 1829) керчаков (рис. 3). Сходным образом происходили изменения в плотности биомассы и охотского шлемоносца (*Gymnocanthus detrisus* Gilbert & Burke, 1912) (рис. 3), с той только разницей, что его ресурсы

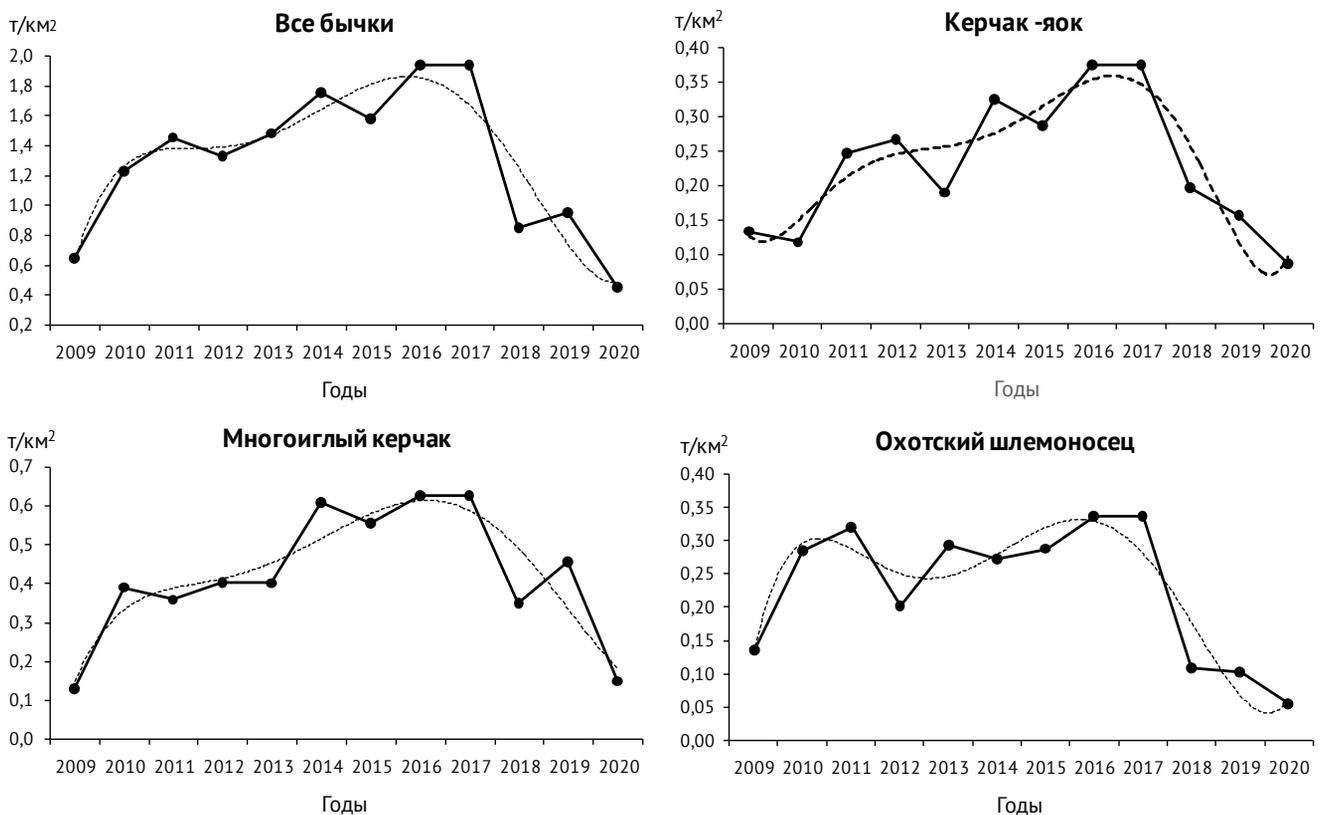


Рис. 3. Межгодовая динамика удельной биомассы бычков в подзоне Приморье, по данным учётных донных траловых съёмки 2009–2020 гг.: толстой сплошной линией показана эмпирическая зависимость, тонкой пунктирной – теоретическая полиномиальная зависимость

Fig. 3. Interannual dynamics of specific biomass of sculpins in the Primorye subzone, according to the data of the bottom trawl surveys of 2009–2020: the thick solid line shows empirical dependence, the thin dotted line – theoretical polynomial dependence

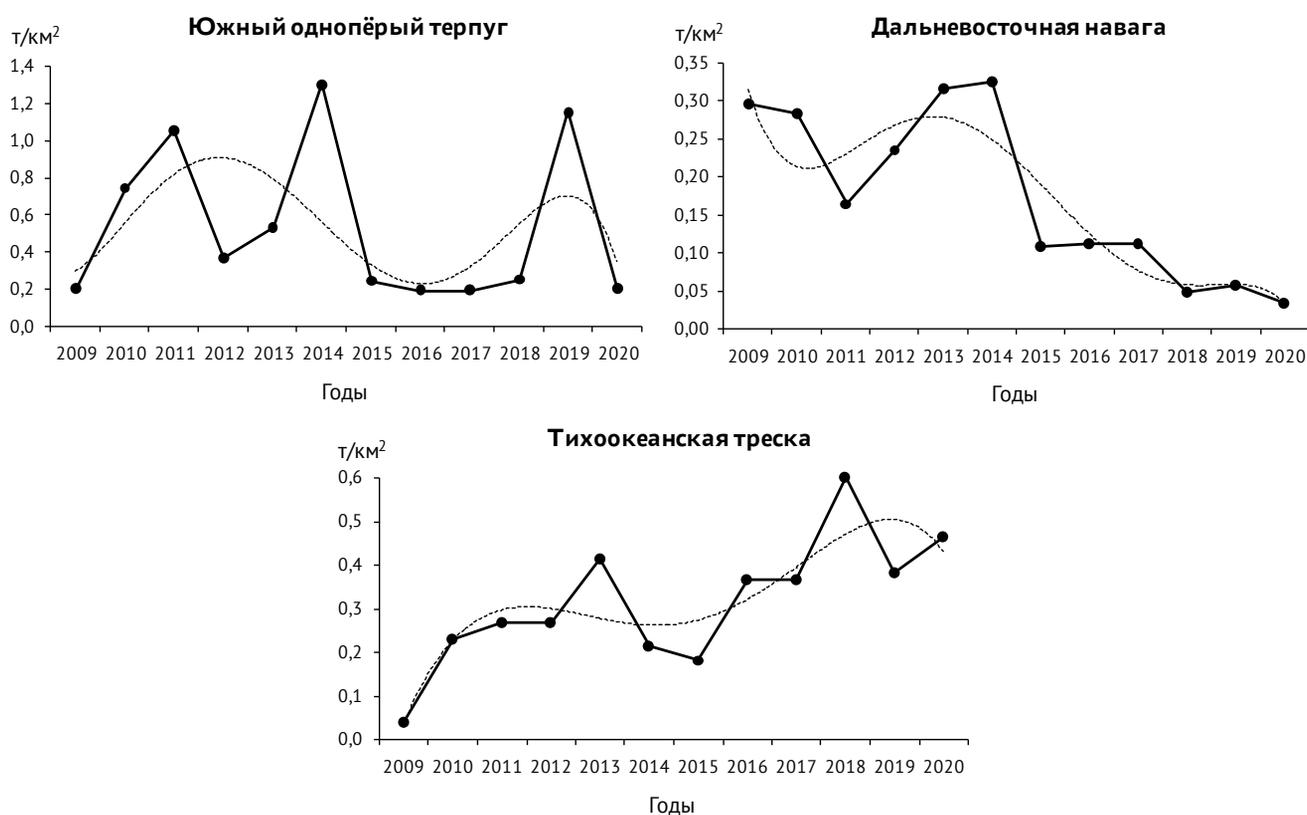
вышли на относительно высокий уровень уже в 2011 г. и мало менялись в сторону повышения до 2016 г., а потом, как и у других бычков, заметно снизились.

Суммарная биомасса южного однопёрого терпуга в подзоне Приморье, по материалам учётных съёмок, с 2009 по 2020 гг. изменялась от 13,4 до 90,0 тыс. т, составив в среднем 37,1 тыс. т. Средняя масса особей терпуга по годам варьировала от 72 до 357 г. Удельная биомасса этого вида в разные годы менялась от 0,2 до 1,3 т/км<sup>2</sup> (рис. 4). Вследствие чередования среднеурожайных и низкоурожайных поколений терпуга, его суммарная удельная биомасса по годам варьировала от предельно низких значений к предельно высоким в течение всего рассматриваемого периода. В разных районах подзоны удельная среднеголетняя биомасса терпуга почти не различалась. В заливе Петра Великого она составила 0,48 т/км<sup>2</sup>, в северном Приморье – 0,55 т/км<sup>2</sup> и в Хабаровском крае – 0,6 т/км<sup>2</sup>.

Биомасса наваги, по данным съёмок, в подзоне Приморье варьировала от 2,3 до 22,5 тыс. т, при сред-

нем значении 12,1 тыс. т; а средний вес её особей в разные годы менялся от 16 до 93 г, составив в среднем 46 г. По значениям удельной биомассы наваги на единицу площади, рассматриваемый отрезок времени можно разделить на два периода. Период высокой биомассы наваги отмечался с 2009 по 2014 гг. (рис. 4). Но в 2015 г. плотность биомассы наваги снизилась более, чем в 2 раза, а после 2017 г. ещё в 2 раза, достигнув минимальной величины в 2020 г. (34 кг/км<sup>2</sup>). Возможно, с 2015 г. начался период естественного снижения численности наваги, так как её биомасса была особенно высока практически непрерывно с конца 90-х годов XX столетия до 2014 г., а ранее на протяжении долгого времени её численность была существенно ниже [Гаврилов и др., 1988; Вдовин, 1996; Дударев, 1996; Дударев и др., 1998, 2000].

Самые значительные скопления наваги отмечались в заливе Петра Великого – по среднеголетним данным, 0,8 т/км<sup>2</sup>. В двух других рассматриваемых районах подзоны плотность её биомассы была ниже и практически одинакова (0,077–0,078 т/км<sup>2</sup>).



**Рис. 4.** Межгодовая динамика удельной биомассы южного однопёрого терпуга, дальневосточной наваги и тихоокеанской трески в подзоне Приморье, по данным учётных донных траловых съёмок 2009–2020 гг.: толстой сплошной линией показана эмпирическая зависимость, тонкой пунктирной – теоретическая полиномиальная зависимость

**Fig. 4.** Interannual dynamics of the specific biomass of arabesque greenling, saffron cod and pacific cod in the Primorye subzone, according to the data of the bottom trawl surveys of 2009–2020: the thick solid line shows empirical dependence, the thin dotted line – theoretical polynomial dependence

Средний вес самой крупноразмерной из рассматриваемых видов трески по годам варьировал от 627 до 3642 г, при среднем значении 1958 г. Суммарная биомасса трески в подзоне на протяжении данного отрезка времени менялась от 2,8 до 41,4 тыс. т, составляя в среднем 21,8 тыс. т. От начала периода исследований к его концу удельная биомасса трески, в целом, повышалась (рис. 4). Ранее было показано, что обычно за годами высокой численности трески следует серия лет не такой высокой её численности [Измятинский, 2012]. Тем не менее, по сравнению с величиной биомассы трески на единицу площади в 2009 г., к 2020 г. этот показатель вырос примерно в 10 раз.

Особенно значительные концентрации трески сосредоточены в северной части подзоны Приморье. В то время как в заливе Петра Великого средняя плотность биомассы трески составила 120 кг/км<sup>2</sup>, а в северном Приморье – 168 кг/км<sup>2</sup>, в Хабаровском крае она была равна 549 кг/км<sup>2</sup>.

С помощью критерия Фишера нами было выполнено сравнение долей рассмотренных видов в составе общей биомассы рыб (или биомассы определённой группы рыб) каждого из выделенных районов подзоны (табл. 4). Оказалось, что доли каждого из видов в составе сравниваемой биомассы рыб разных райо-

нов всегда достоверно различались, так как полученные значения критерия неизменно были выше критического.

При рассмотрении в конкретных районах долей каждого из видов от его общей биомассы в подзоне (табл. 5) видно, что на долю биомасс отдельных видов в заливе Петра Великого приходится от 5,7 до 65,9% их биомасс в подзоне, при том, что площадь залива Петра Великого составляет 16,2% от общей площади подзоны. Доля биомасс анализируемых видов в северном Приморье варьировала от 8,7 до 88,5%, в то время как на долю площади северного Приморья приходится 39,9% от всей площади подзоны. В Хабаровском крае доли биомасс видов составляют от 0,1 до 67,7% от их общих биомасс в подзоне, при том, что площадь хабаровской части подзоны вносит 43,9% в общую площадь подзоны.

На основании этих данных можно видеть, какие районы подзоны более предпочтительны для каждого из конкретных объектов промысла. Так, в заливе Петра Великого особенно высока плотность наваги и керчака-яока, в северном Приморье – камбалы Надёжного, многоиглого керчака, охотского и дальневосточного (*Gymnocanthus herzensteini* Jordan & Starks, 1904) шлемоносцев, а в хабаровской части подзо-

**Таблица 4.** Доли биомассы вида в составе биомассы конкретных районов  
**Table 4.** Shares of the biomass of a species in the biomass of concrete areas

Вид (доля)	ЗПВ	СП	ТП	F(ЗПВ/СП)	F(СП/ТП)
<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i> (в составе биомассы камбал)	0,17	0,66	0,58	2264,9	116,7
<i>Glyptocephalus stelleri</i> (в составе биомассы камбал)	0,13	0,21	0,06	63,5	551,8
<i>Limanda aspera</i> (в составе биомассы камбал)	0,055	0,007	0,046	21,4	29,5
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i> (в составе биомассы бычков)	0,15	0,37	0,40	722,4	14,7
<i>Myoxocephalus jaok</i> (в составе биомассы бычков)	0,44	0,04	0,24	2359,8	525,9
<i>Gymnocanthus detrisus</i> (в составе биомассы бычков)	0,08	0,23	0,17	354,6	57,4
<i>Gymnocanthus herzensteini</i> (в составе биомассы бычков)	0,08	0,17	0,01	116,0	294,5
<i>Pleurogrammus azonus</i> (в составе биомассы всех рыб)	0,06	0,09	0,14	39,5	211,6
<i>Eleginus gracilis</i> (в составе биомассы всех рыб)	0,10	0,01	0,02	500,3	3,4
<i>Gadus macrocephalus</i> (в составе биомассы всех рыб)	0,02	0,02	0,13	4,8	826,8

Примечание. ЗПВ – залив Петра Великого; СП – северное Приморье; ТП – хабаровская часть подзоны; F(ЗПВ/СП) – значение критерия Фишера при сравнении долей данного объекта в заливе Петра Великого и северном Приморье, F(СП/ТП) – в северном Приморье и хабаровской части подзоны, критическое значение критерия Фишера во всех случаях составляло 3,843.

**Таблица 5.** Соотношение биомассы конкретных объектов (%) в разных районах подзоны Приморье  
**Table 5.** The ratio of biomass of specific objects (%) in different areas of the Primorye subzone

Объект	ЗПВ	СП	ТП	Подзона
Камбала Надёжного	5,7	64,1	30,2	100,0
Малорот Стеллера	15,2	64,1	20,7	100,0
Желтопёрая камбала	23,4	11,6	65,0	100,0
Все камбалы	25,9	39,0	35,1	100,0
Многоиглый керчак	12,9	62,2	24,9	100,0
Керчак-яок	62,3	8,7	29,0	100,0
Охотский шлемоносец	10,7	70,3	19,0	100,0
Дальневосточный шлемоносец	11,4	88,5	0,1	100,0
Все бычки	26,0	55,5	18,5	100,0
Южный однопёрый терпуг	14,0	48,3	37,7	100,0
Дальневосточная навага	65,9	17,3	16,8	100,0
Тихоокеанская треска	9,2	23,1	67,7	100,0

Примечание. ЗПВ – залив Петра Великого; СП – северное Приморье; ТП – хабаровская часть подзоны.

ны – желтопёрой камбалы и трески. Распространение остальных рассмотренных видов по разным районам подзоны было сравнительно равномерным.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общая удельная биомасса рыб в подзоне Приморье в 2009–2020 гг. оставалась примерно на одном уровне, в большинстве случаев меняясь от 4,5 до 5,8 т/км<sup>2</sup>. Залив Петра Великого и северное Приморье по величине биомассы всех рыб на единицу площади (6,5–7,9 т/км<sup>2</sup>) значительно не различались, а в хабаровской части подзоны этот показатель был достоверно ниже (4,2 т/км<sup>2</sup>).

За время исследований отмечено уменьшение ресурсов камбал и наваги. У бычков биомасса сначала несколько возросла, а затем тоже сократилась. Ресурсы терпуга существенно колебались по годам без проявления чётких тенденций. А биомасса трески, в целом, существенно повысилась, за счёт увеличения численности трески Татарского пролива. Поскольку выделяемые объёмы на добычу рассматриваемых рыб, по данным официальной промысловой статистики, значительно недоосваиваются, мы полагаем, что уменьшение ресурсов части этих видов вызвано не промысловым прессом, а естественной динамикой их численности, совпавшей с периодом естественного снижения, который должен закономерно смениться периодом естественного роста биомасс.

### Благодарности

Авторы благодарят коллег по «ТИНРО» А.Н. Вдовина, П.В. Калчугина, В.В. Панченко, С.Ф. Соломатова, Д.В. Антоненко, М.И. Бойко, А.И. Галева и И.В. Маль-

цева, участвовавших в научно-исследовательских экспедициях по подзоне Приморье в период с 2009 по 2020 гг.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

### Соблюдение этических норм

Все требуемые этические нормы соблюдены.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания «ТИНРО» по теме «Исследования распределения и биологии донных и придонно-пелагических видов рыб Берингова, Охотского и северо-западной части Японского морей, океанских вод Камчатки и Курильских островов».

### ЛИТЕРАТУРА

- Амброз А.И. 1931. Сельдь (*Clupea harengus pallasii* C.V.) зал. Петра Великого // Известия ТИНРО. Т. 6. 313 с.
- Аксютин З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая пром-ть. 289 с.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.
- Вдовин А.Н. 1996. Состав и биомасса рыб Амурского залива // Известия ТИНРО. Т. 119. С. 72–88.
- Вдовин А.Н., Зуенко Ю.И. 1997. Вертикальная зональность и экологические группировки рыб залива Петра Великого // Известия ТИНРО. Т. 122. С. 152–176.

- Вдовин А.Н., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. 2004. Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья // Известия ТИНРО. Т. 138. С. 168–190.
- Гаврилов Г.М., Пушкарева Н.Ф., Стрельцов М.С. 1988. Состав и биомасса донных и придонных рыб экономической зоны СССР Японского моря // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО. С. 37–55.
- Громыко Г.Л. 1981. Статистика. М.: МГУ, 407 с.
- Дубровская Н.В. 1953. Биология и промысел дальневосточной наваги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 14 с.
- Дударев В.А. 1996. Состав и биомасса донных и придонных рыб на шельфе северного Приморья // Вопросы ихтиологии. Т. 36. № 3. С. 333–338.
- Дударев В.А., Зуенко Ю.И., Ильинский Е.Н., Калчугин П.В. 1998. Новые данные о структуре сообществ донных и придонных рыб на шельфе и свале глубин Приморья // Известия ТИНРО. Т. 123. С. 3–15.
- Дударев В.А., Измятинский Д.В., Калчугин П.В. 2000. Некоторые аспекты пространственной и временной изменчивости сообществ донных рыб северного Приморья // Известия ТИНРО. Т. 127. С. 109–118.
- Зайцев Г.Н. 1984. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 424 с.
- Измятинский Д.В. 2012. Временная и пространственная изменчивость биомассы рыб в элиторали российской зоны Японского моря // Вопросы ихтиологии. Т. 52. № 1. С. 39–49.
- Измятинский Д.В., Калчугин П.В. 2010. Состав и количество рыб в элиторали российских вод Японского моря в тёплое и холодное время года // Известия ТИНРО. Т. 161. С. 79–91.
- Калчугин П.В., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф., Антоненко Д.В., Нуждин В.А., Панченко В.В. 2006. Состав и биомасса донного ихтиоценоза у материкового побережья западной части Японского моря в летний период // Вопросы рыболовства. Т. 7. № 3 (27). С. 464–480.
- Кравченко Д.Г., Измятинский Д.В. 2019. Оценка обилия донных рыб на шельфе и материковом склоне северного Приморья // Вопросы ихтиологии. Т. 59. № 4. С. 461–471.
- Моисеев П.А. 1953. Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Т. 44. 288 с.
- Пустыльник Е.И. 1968. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 288 с.
- Соломатов С.Ф. 2008. Состав и многолетняя динамика донных ихтиоценозов Северного Приморья. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр, 24 с.
- Суходольский Г.В. 1972. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 429 с.
- Шейко Б.А. 1983. К познанию ихтиофауны залива Петра Великого // Биология моря. № 4. С. 14–20.
- Шейко Б.А., Федоров В.В. 2000. Рыбообразные и рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. С. 7–69.
- Шунтов В.П. 2016. Биология дальневосточных морей России. Т. 2. Владивосток: ТИНРО-Центр, 604 с.
- Юрасов Г.И., Ярычин В.Г. 1991. Течения Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 176 с.

## REFERENCES

- Ambroz A.I. 1931. Pacific herring (*Clupea harengus pallasi* C.V.) of Peter the Great Bay // Izvestiya TINRO. Vol. 6. 313 p. (In Russ.)
- Aksyutina Z.M. 1968. Elements of mathematical evaluation of the results of observations in biological and fisheries research. M.: Pishchevaya promyshlennost. 289 p. (In Russ.)
- Borets L.A. 1997. Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, elements of functioning and commercial significance. Vladivostok: TINRO-center. 217 p. (In Russ.)
- Vdovin A.N. 1996. Composition and biomass of fish in the Amur Bay // Izvestiya TINRO. Vol. 119. P. 72–88. (In Russ.)
- Vdovin A.N., Izmyatinsky D.V., Solomatov S.F. 2004. The main results of studies of fish of the coastal marine complex of Primorye // Izvestiya TINRO. Vol. 138. P. 168–190. (In Russ.)
- Vdovin A.N., Zuenko Yu.I. 1997. Vertical zonality and ecological groupings of fish in Peter the Great Bay // Izvestiya TINRO. Vol. 122. P. 152–176. (In Russ.)
- Gavrilov G.M., Pushkareva N.F., Streltsov M.S. 1988. Composition and biomass of bottom and near-bottom fish of the economic zone of the USSR of the Sea of Japan // Variability of the composition of the ichthyofauna, generation yields and methods of forecasting fish stocks in the North Pacific Ocean. Vladivostok: TINRO. P. 37–55. (In Russ.)
- Gromyko G.L. 1981. Statistics. Moscow: MSU, 407 p. (In Russ.)
- Dubrovskaya N.V. 1953. Biology and fishing of the Saffron Cod: Autoref. dis. ... cand. biol. sciences. Moscow, 14 p. (In Russ.)
- Dudarev V.A. 1996. Composition and biomass of bottom and near-bottom fish on the shelf of the Northern Primorye // Russian Journal of Ichthyology. Vol. 36. No. 3. P. 333–338. (In Russ.)
- Dudarev V.A., Izmyatinsky D.V., Kalchugin P.V. 2000. Some aspects of spatial and temporal variability of bottom fish communities of the Northern Primorye // Izvestiya TINRO. Vol. 127. P. 109–118. (In Russ.)
- Dudarev V.A., Zuenko Yu.I., Ilyinsky E.N., Kalchugin P.V. 1998. New data about the structure of bottom and near-bottom fish communities on the shelf and the continental slope of Primorye // Izvestiya TINRO. T. 123. P. 3–15. (In Russ.)
- Zaytsev G.N. 1984. Mathematical statistics in experimental botany. Moscow: Nauka, 424 p. (In Russ.)
- Izmyatinsky D.V. 2012. Temporal and spatial variability of fish biomass in the elittoral of the Russian zone of the Sea of Japan // Russian Journal of Ichthyology. Vol. 52. No. 1. P. 39–49. (In Russ.)
- Izmyatinsky D.V., Kalchugin P.V. 2010. The composition and abundance of fish in the elittoral of the Russian waters of the Sea of Japan in the warm and the cold seasons // Izvestiya TINRO. Vol. 161. P. 79–91. (In Russ.)
- Kalchugin P.V., Izmyatinsky D.V., Solomatov S.F., Antonenko D.V., Nuzhdin V.A., Panchenko V.V. 2006. Composition and biomass of the bottom ichthyocene near the continental coast of the western part of the Sea of Japan in the

- summer period // *Voprosy Rybolovstva*. Vol. 7. No. 3 (27). P. 464–480. (In Russ.)
- Kravchenko D.G., Izmyatinsky D.V.* 2019. Assessment of the abundance of bottom fish on the shelf and the continental slope of the Northern Primorye // *Russian Journal of Ichthyology*. Vol. 59. No. 4. P. 461–471. (In Russ.)
- Moiseev P.A.* 1953. Pacific cod and flounders of the Far Eastern seas // *Izvestiya TINRO*. Vol. 44. 288 p. (In Russ.)
- Pustynnik E.I.* 1968. Statistical methods of analysis and processing of observations. Moscow: Nauka, 288 p. (In Russ.)
- Solomatov S.F.* 2008. Composition and long-term dynamics of bottom ichthyocenoses of the Northern Primorye. Autoref. dis. ... cand. biol. sciences. Vladivostok: TINRO-center, 24 p. (In Russ.)
- Sukhodolsky G.V.* 1972. Fundamentals of mathematical statistics for psychologists. L.: LSU, 429 p. (In Russ.)
- Sheiko B.A.* 1983. To the knowledge of the ichthyofauna of Peter the Great Bay // *Russian Journal of Marine Biology*. No. 4. P. 14–20.
- Sheiko B.A., Fedorov V.V.* 2000. Pisciformes and fishes // Catalogue of vertebrates of Kamchatka and adjacent marine aquatories. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka Printing Yard. P. 7–69. (In Russ.)
- Shuntov V.P.* 2016. Biology of the Far Eastern seas of Russia. Vol. 2. Vladivostok: TINRO-center, 604 p. (In Russ.)
- Yurasov G.I., Yarychin V.G.* 1991. Currents of the Sea of Japan. Vladivostok: Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences, 176 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию 14.04.2022 г.  
Принята после рецензии 22.08.2022 г.