

УДК 693.2.052.54.(265.54)

Д.В. Измятинский, П.В. Калчугин*

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

СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВО РЫБ В ЭЛИТОРАЛИ РОССИЙСКИХ ВОД ЯПОНСКОГО МОРЯ В ТЕПЛОЕ И ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

С ноября по апрель по сравнению с теплым периодом года количество видов рыб в траловых уловах уменьшается примерно в 3 раза: 85 и 272 вида. Однако в зимние месяцы в элиторали было отмечено 4 вида, отсутствующих здесь летом. У большинства видов рыб биомасса на единицу площади в элиторали в холодное время года ниже, чем в теплое, что в первую очередь связано со смещением рыб на свал глубин при похолодании. Но есть виды, у которых биомассы в элиторали в холодное время года увеличиваются. В холодное время года по сравнению с теплым повышается количество массовых видов, но частота встречаемости отдельных представителей ихтиофауны в целом уменьшается.

Ключевые слова: ихтиофауна, элитораль, сезонная изменчивость, биомасса, частота встречаемости, доминирование, выравненность.

Izmyatinsky D.V., Kalchugin P.V. Composition and abundance of fish species in the outer sublittoral zone of the Japan Sea within Russian EEZ in warm and cold seasons // *Izv. TINRO*. — 2010. — Vol. 161. — P. 79–91.

Fish population in the bottom and near-bottom layers is investigated for the depth range 50–200 m on the data of 88 trawl surveys, conducted completely or partially in Russian EEZ of the Japan Sea (in total, 3615 trawls including 2104 in May–October and 1511 in November–April). On average, species composition in the catches obtained in November–April is three times poorer than in May–October: 85 against 272 species. On the other hand, 4 species encountered only on the depth < 50 m in May–October move to the outer sublittoral in winter. Biomass of many species lowers in cold period, mainly because of their migration to the continental slope. However, biomass of some species increases in late autumn and winter. Among them, yellowfin sole, pointhead flounder, brown sole, and starry flounder migrate from sublittoral to the outer sublittoral, and blackbelly rosefish and threestripe rockfish expand their inhabitancy from 0–60 m in May–October to deeper areas in winter because of lower gradients of temperature, so their biomass in the outer sublittoral increases tenfold or more. Some species don't have seasonal changes of their abundance in the outer sublittoral: so, plain sculpin migrates in winter partially from upper sublittoral to the outer sublittoral and partially from the outer sublittoral to mesobenthal, therefore its biomass within the outer sublittoral zone remains almost the same. Mean ichthyomass per a unit square of the outer sublittoral is estimated as 8.7 t/km² for May–October and 5.3 t/km² for November–April. In spite of total

* Измятинский Денис Владимирович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: izmdenver@rambler.ru; Калчугин Павел Васильевич, научный сотрудник, e-mail: vdovin@tinro.ru.

abundance and species diversity decreasing, number of mass species increases in the cold period from 4 in summer (walleye pollock, pacific herring, arabesque greenling, and plaice) to 8 in winter (plus greypurple sculpin, yellowfin sole, pointhead flounder, and capelin). However, frequency of these mass species occurrence in the outer sublittoral decreases in winter, except of the greypurple sculpin that occurs frequently in the outer sublittoral in winter, too. Mean individual weight decreased in winter for many species, mainly because of large specimens migration to the continental slope and increasing of juveniles portion in the outer sublittoral. On the contrary, the middle weight of pacific cod, threestripe rockfish, and blackbelly rosefish increases in winter; for threestripe rockfish and blackbelly rosefish the main reason is expanding the range of their large specimens' habitat in the period of water cooling. The index of dominance for winter ichthyocenosis of the outer sublittoral is lower than for summer one, both for number and biomass, so the index of equivalency is higher.

Key words: ichthyofauna, outer sublittoral, seasonal variability, biomass, frequency of occurrence, dominance, equivalency.

Введение

Состав и состояние рыбных ресурсов российского шельфа Японского моря рассматриваются в целом ряде публикаций (Гаврилов и др., 1988; Борец, 1997; Вдовин и др., 2004; Ким, 2004; Калчугин и др., 2006; Соломатов, 2008; и др.). Однако в большинстве работ описываются ситуации, характерные для теплого времени года, аналогичных опубликованных данных по холодным месяцам года несопоставимо меньше, хотя в экспедициях ТИНРО-центра обследования шельфа, в том числе путем траловых съемок, выполнялись круглогодично.

Цель данной работы — рассмотреть и сравнить особенности состава ихтиоцены элиторали российской зоны Японского моря в теплое и холодное время года.

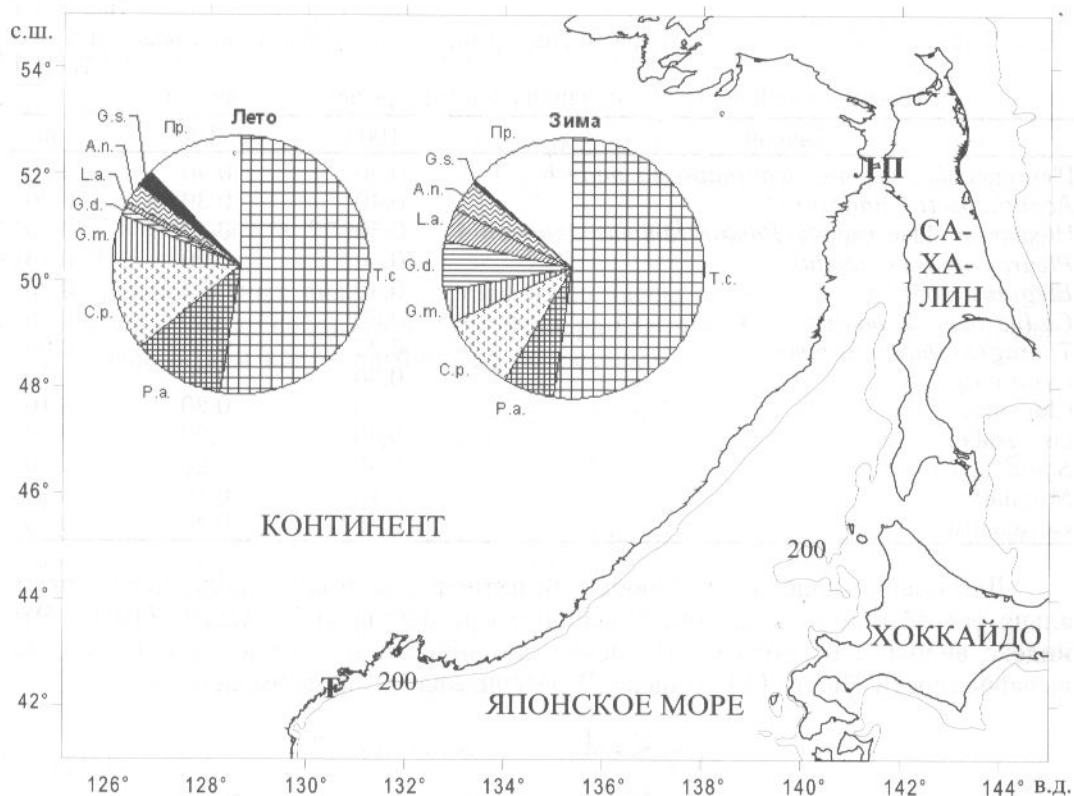
Материалы и методы

Исследования были ограничены донными и придонными горизонтами в диапазоне глубин 50–200 м. Именно эта зона обычно называется элиторалью (Борец, 1997; Орлов, 1998; Шейко, Федоров, 2000; Федоров и др., 2003; и др.). Район исследований включал в себя всю элитораль российских вод Японского моря (см. рисунок): от устья р. Туманной (42°17'4" с.ш. 130°41'6" в.д.) до мыса Лазарева (52°12'1" с.ш. 141°32'1" в.д.) — вдоль континента и от мыса Крильон (45°53'4" с.ш. 142°04'5" в.д.) до мыса Погиби (52°13'2" с.ш. 141°39'1" в.д.) — вдоль о. Сахалин. К теплому периоду года отнесены данные с мая по октябрь, а к холодному — с ноября по апрель.

Использованы материалы 88 экспедиций, которые проводились ТИНРО-центром только в российских водах Японского моря или наряду с другими регионами, включали в себя и указанную акваторию. Траления выполнялись на судах типа БАТМ, БМРТ, СТМ, РТМС, СРТМ, СТР, МРТК, РС и МРС в 1983–2006 гг. На теплое время года пришлось 45 рейсов, а холодное — 43.

В общей сложности было сделано 3615 тралений, из них 2104 — с мая по октябрь и 1511 — с ноября по апрель. Траления производились различными донными тралями типа ДТ/ТВ с мягким грунтопом. Горизонтальное раскрытие этих тралов варьировало от 12,0 до 41,4 м, а вертикальное, как правило, находилось в пределах от 6 до 14 м. Длина ваеров при тралениях составляла от 100 (при глубине около 50 м) до 700 м (при глубине около 200 м). Скорость тралений в большинстве случаев находилась в пределах 1,6–4,2 уз.

Обилие рыб в траловых уловах оценивалось по критерию, предложенному Л.А. Борцом (1985), согласно которому при количестве вида более 20 экз./час. трал. в среднем по всему району исследований вид считается массовым. К обычным относились виды, чей средний улов находился в пределах 0,5–20,0 экз./час. трал., а к редким — менее 0,5 экз./час. трал. К категории “редких” причисля-



Карта-схема района исследований: Т — устье р. Туманной, Л — мыс Лазарева, П — мыс Погиби. Круговые диаграммы показывают соотношение биомасс видов в теплое и холодное время года: Т.с. — *Theragra chalcogramma*, P.a. — *Pleurogrammus azonus*, C.p. — *Clupea pallasii*, G.m. — *Gadus macrocephalus*, G.d. — *Gymnacanthus detrisus*, L.a. — *Limanda aspera*, A.n. — *Acanthopsetta nadeshnyi*, G.s. — *Glyptocephalus stelleri*, Пр. — прочие виды

Fig. Scheme of the surveyed area: Т — the Tumangan mouth, Л — Lazarev Cape, П — Pogibi Cape. Circle diagrams — the ratio of species biomass in warm and cold seasons: Т.с. — *Theragra chalcogramma*, P.a. — *Pleurogrammus azonus*, C.p. — *Clupea pallasii*, G.m. — *Gadus macrocephalus*, G.d. — *Gymnacanthus detrisus*, L.a. — *Limanda aspera*, A.n. — *Acanthopsetta nadeshnyi*, G.s. — *Glyptocephalus stelleri*, Пр. — other species

лись и виды, отсутствующие в траловых уловах, но известные в рассматриваемых водах по литературным данным.

Градации по частоте встречаемости видов в уловах приняты согласно такому в работе Б.А. Шейко и В.В. Федорова (2000). В соответствии с этими градациями высокой частотой встречаемости характеризуется вид, отмечавшийся в более чем 50 % уловов, средней — в 10–50 и низкой — в менее чем 10 % уловов.

Оценки биомассы рыб проводились площадным методом по формуле З.М. Аксютинной (1968):

$$W = \frac{C_w * Q}{q * k}, \quad (1)$$

где W — биомасса рыб; C_w — улов вида в весовом выражении (кг) на час траления; Q — площадь района, равная 54250,5 км²; q — площадь траления, км²; k — коэффициент уловистости тралом, специфичный для разных рыб (табл. 1).

Коэффициенты уловистости разноразмерных рыб, принимаемые в настоящей работе
Table 1

Accepted coefficients of catchability for fish species of certain size

Таксон	> 100 г	30–100 г	< 30 г
Pleuronectidae (кроме <i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>)	0,50	0,40	0,30
<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>	0,40	0,30	0,20
Hexagrammidae (кроме <i>Pleurogrammus azonus</i>)	0,50	0,40	0,30
<i>Pleurogrammus azonus</i>	0,30	0,20	0,10
<i>Eleginus gracilis</i>	0,40	0,30	0,20
<i>Gadus macrocephalus</i>	0,30	0,20	0,10
<i>Theragra chalcogramma</i>	0,25	0,15	0,05
Cyprinidae	0,30	0,20	0,10
Clupeidae	0,30	0,20	0,10
Osmeridae	0,30	0,20	0,10
<i>Squalus acanthias</i>	0,30	0,20	0,10
Mugilidae	0,10	0,10	0,10
Остальные	0,50	0,40	0,30

Для оценки видового разнообразия ихтиофауны были использованы специально разработанные индексы, описанные в монографии Ю. Одума (1986). Это индекс видового богатства (D), индекс доминирования Симпсона (S) и индекс выравненности Пиелу (E). Индекс D рассчитывался по формуле

$$D = \frac{Z - 1}{\ln N}, \quad (2)$$

где Z — число видов; N — число особей. Индекс S — по формуле

$$S = \sum_{i=1}^Z \left(\frac{n_i}{N} \right)^2, \quad (3)$$

где Z — число видов в сообществе; n_i — численность (или биомасса) каждого вида; N — общая численность (или биомасса). Индекс E определяется по формуле

$$E = - \frac{\sum_{i=1}^Z a_i \ln a_i}{\ln Z}, \quad (4)$$

где Z — число видов в сообществе; a_i — значимость вида в долях от общей численности (или биомассы) всех видов.

При ранжировании рыб по биомассе были выделены доминантные (доминирующие или преобладающие) виды. К данной категории принадлежат те виды, чья доля в общей биомассе рыб превышает 10 % (Второв, Дроздов, 1978).

Сравнение сходства видового состава рыб в разные периоды года выполнено по формуле Чекановского-Соренсена (Песенко, 1982). Для сравнения "голых" списков видов (без учета обилия рыб) применялась форма а формулы Чекановского-Соренсена, представляющая собой ее модификацию для качественных данных:

$$I_{CSa} = \frac{2G}{A + B}, \quad (5)$$

где A — число видов в когорте А; B — число видов в когорте В; G — число общих видов в обеих когортах. При сравнении видовых составов по количествен-

ным характеристикам видов использовали модификацию формулы Чекановского-Соренсена для количественных данных (форма b):

$$I_{CSb} = \sum_{i=1}^Z \min(p_{ij}; p_{ik}), \quad (6)$$

где p — доля вида i по биомассе (или численности) в двух сравниваемых когор-тах j и k .

Доли конкретных видов в составе ихтиомассы в теплое и холодное время сравнивались между собой по методу Фишера (Зайцев, 1984). Сравнение проводилось посредством критерия Фишера по формуле

$$F = (l_1 - l_2)^2 \times \frac{N_1 \times N_2}{N_1 + N_2}, \quad (7)$$

где N_1 и N_2 — объемы сравниваемых выборок; l_1 и l_2 — числа, полученные в результате преобразования долей по формуле

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

где p — доля вида от общей ихтиомассы.

Результаты и их обсуждение

По обобщенным данным (с привлечением литературной информации, см., напр.: Новиков и др., 2002), в теплое время года в элиторали российских вод Японского моря встречается 272 вида рыб, относящихся к 77 семействам и 23 отрядам. Судя по среднегоголетним данным, с ноября по апрель количество видов рыб в траловых уловах по сравнению с теплым периодом года уменьшается примерно в 3 раза: 85 и 272 вида (табл. 2).

Количество семейств, которые доминируют по видовому богатству, в холодное время года также уменьшается. Если в теплое время к преобладающим по числу видов рыб можно отнести 7 семейств (рогатковые Cottidae, стихеевые Stichaeidae, камбаловые Pleuronectidae, лисичковые Agonidae, бельдюговые Zoarcidae, липаровые Liparidae и морские окуни Sebastidae), то в холодное время — только 4 (рогатковые, камбаловые, лисичковые и стихеевые). Сокращение общего видового списка в холодные месяцы в первую очередь обусловлено исчезновением из уловов видов именно из перечисленных семейств (табл. 2).

Среди рыб, отсутствующих в уловах в холодный период, около 30 субтропических и тропических видов. Эти южные мигранты в холодное время года, как известно, в связи с охлаждением вод возвращаются на юг (Соколовский и др., 2004; и др.). Говоря об исчезающих из уловов в холодное время года представителях местной ихтиофауны, следует отметить, что некоторые из них на самом деле присутствуют в элиторали зимой, но в очень ограниченных количествах, поэтому и не фиксируются в тралениях.

С другой стороны, в элиторали зимой появляются некоторые рыбы, которых не было в траловых уловах с мая по октябрь. В зимние месяцы были отмечены поимки морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus*, приморской морской иглы *Syngnathus schlegeli*, короткоперой песчанки *Hypoptychus dybowskii* и удлиненной бельдюги *Zoarcetes elongatus*, тогда как в теплое время года их проникновения в элитораль, по результатам траловых уловов, не замечено. Перечисленные 4 вида обитают в узкой прибрежной полосе, в основном на глубинах менее 20–30 м (Новиков и др., 2002). Появление мелководных видов в элиторали скорее всего связано с очень сильным охлаждением прибрежных вод.

Список семейств рыб, зарегистрированных в элиторали
российской части Японского моряList of fish families registered in the outer sublittoral
of the Japan Sea within Russian EEZ

Семейство	I	II	Семейство	I	II
Cottidae	33	15	Scomberesocidae	1	—
Stichaeidae	28	9	Salangidae	1	—
Pleuronectidae	25	12	Rachycentridae	1	—
Zoarcidae	17	6	Ptilichthyidae	1	—
Agonidae	17	10	Priacanthidae	1	—
Liparidae	12	3	Polyprionidae	1	—
Sebastidae	10	5	Petromyzontidae	1	—
Salmonidae	7	2	Paralichthyidae	1	—
Rajidae	6	1	Orectolobidae	1	—
Cyclopteridae	6	4	Oplegnathidae	1	—
Scombridae	5	—	Muraenesocidae	1	—
Psychrolutidae	5	3	Mullidae	1	—
Hexagrammidae	5	2	Mugilidae	1	—
Carangidae	5	—	Monacanthidae	1	—
Hemipteridae	4	2	Molidae	1	—
Exocoetidae	4	—	Lobotidae	1	—
Sparidae	3	—	Lateolabracidae	1	—
Pholidae	3	—	Kyphosidae	1	—
Lamnidae	3	—	Istiophoridae	1	—
Gadidae	3	3	Hemiramphidae	1	—
Dasyatidae	3	—	Gasterosteidae	1	1
Clupeidae	3	1	Engraulidae	1	—
Carcharhinidae	3	—	Dalatiidae	1	—
Triglidae	2	—	Dactylopteridae	1	—
Triakidae	2	—	Cynoglossidae	1	—
Tetraodontidae	2	—	Cryptacanthodidae	1	—
Stromateidae	2	—	Chirocentridae	1	—
Osmeridae	2	3	Chiasmodontidae	1	—
Lophiidae	2	—	Cetorhinidae	1	—
Echeneidae	2	—	Centrolophidae	1	—
Coryphaenidae	2	—	Bramidae	1	—
Zeidae	1	—	Bathymasteridae	1	—
Xiphiidae	1	—	Anarhichadidae	1	—
Trichodontidae	1	1	Ammodytidae	1	—
Trichiuridae	1	—	Albulidae	1	—
Syngnathidae	1	1	Acipenseridae	1	—
Sternoptychidae	1	—	Acanthuridae	1	—
Squalidae	1	—	Hypoptychidae	—	1
Sphyrnidae	1	—	Общий итог	272	85
Sphyraenidae	1	—			

Примечание. I — количество видов в семействах в мае-октябре, II — в ноябре-апреле.

В элиторали в холодное время года биомасса на единицу площади у большинства видов рыб ниже, чем в теплое время года, что в первую очередь связано со смещением рыб на свал глубин при похолодании (Дударев, 1996; Соломатов, 2002; Измятинский, 2005). В частности, по этой причине начиная с ноября в элиторали значительно (более чем в 1,5 раза) понижаются биомассы минтая *Theragra chalcogramma*, южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus*, тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*, тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus*, малоротой *Glyptocephalus stelleri* и палтусовидной *Hippoglossoides*

dubius камбал, многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, дву-рогого бычка *Enophrus dicerca*, нитчатого *Gymnacanthus pistilliger* и Херзенштейна *G. herzensteini* шлемоносцев, щитоносного ската *Bathyraja parmifera*, пестрого получешуйника *Hemilepidotus gilberti*, японской *Pseudopleuronectes herzensteini*, белобрюхой *Lepidopsetta mochigarei*, четырехбугорчатой *Pleuronectes quadrituberculatus* и длиннорылой *Limanda punctatissima* камбал, волосатой рогатки *Hemitripterus villosus*, стихея Григорьева *Stichaeus grigorjewi* и ликода Танаки *Lycodes tanakae* (табл. 3). Однако относительно тихоокеанской сельди следует отметить, что в осенне-зимний период этот вид из элиторали перемещается не только за пределы шельфа, но и непосредственно в мелководные районы, что происходит регулярно (Атлас ..., 2004; Нектон ..., 2004; Ким, 2009). В зимний период в элиторали наблюдается и существенное уменьшение удельной биомассы зубастой корюшки, которая, являясь проходным видом, зимует в мелководных заливах и бухтах подо льдом. К тому же имеются сведения о ее зимовке в эстуариях рек: в частности, в р. Раздольной корюшка поднимается вверх от устья по меньшей мере на 25 км (неопубл. данные Н.В. Колпакова).

У некоторых видов рыб биомасса в холодное время года в элиторали увеличивается (табл. 3). К ним в первую очередь относятся охотский шлемоносец *Gymnacanthus detrisus*, желтоперая *Limanda aspera*, остроголовая *Cleisthenes herzensteini*, желтополосая *Pseudopleuronectes herzensteini* и звездчатая *Platichthys stellatus* камбалы, дальневосточная мойва *Mallotus villosus catervarius*, продолговатый алцихт *Alcichthys elongatus*, большеглазый триглопс *Triglops scepticus*, трехполосый *Sebastes trivittatus* и Шлегеля *S. schlegelii* морские окуни. Судя по всему, охотский шлемоносец в зимний период даже тяготеет к элиторали, где в это время на глубинах 120–160 м проходит его нерест (Новиков и др., 2002).

Во многих работах (Моисеев, 1953; Вдовин, Зуенко, 1997; и др.) обосновано, что значительная часть желтоперой, остроголовой, желтополосой и звездчатой камбал при наступлении холодного периода передислоцируется на большие глубины. Это и объясняет факт увеличения их биомасс в элиторали поздней осенью и зимой, куда они смещаются из сублиторали, где в массе обитают с мая по октябрь. Причем в зимний период распространение существенных концентраций данных камбал не ограничивается элиторалью, а продолжается далее на континентальный склон (Измятинский, 2006). Примерно такое же батиметрическое распределение в теплые месяцы и такие же межсезонные миграции, как у 4 перечисленных камбал, характерны и для продолговатого алцихта.

Относительно дальневосточной мойвы известно, что места ее зимовки находятся в глубоководной части шельфа, а в период летнего нагула она широко распределяется на обширной акватории с глубинами менее 100 м (Новиков и др., 2002), поэтому неудивительно, что биомасса мойвы в элиторали зимой выше, чем летом. К тому же в холодный период не исключены подходы мойвы из более северных вод. Скопления большеглазого триглопса летом больше приурочены к верхним отделам континентального склона, чем к элиторали, а зимой, согласно материалам из траловых уловов, его биомасса на глубинах менее 200 м повышается, видимо, за счет локальных миграций части особей в сторону берега. Окунь трехполосый и Шлегеля в основном обитают среди камней и скал в зоне глубин от 0 до 60 м (Маркевич, 1998). Но зимой, вследствие изменения температурных градиентов, диапазон распространения этих окуней заметно увеличивается и их биомасса в элиторали, по среднесезонным данным, повышается более чем в 10 раз (табл. 3).

Из заметных по биомассам видов, количество которых в элиторали в разные сезоны значительно не изменяется, заслуживают упоминания дальневосточная

Сравнение плотности концентраций и других показателей обилия доминантных и субдоминантных видов рыб в рассматриваемой элиторали в теплый и холодный периоды года

Table 3

Comparative concentration and other indices of abundance for dominant and subdominant fish species in the outer sublittoral in warm and cold seasons

Вид	В(тепл)	%(тепл)	В(хол)	%(хол)	F(0,95)	Аб(тепл)	Аб(хол)	W(тепл)	W(хол)	f(тепл)	f(хол)
<i>Theragra chalcogramma</i>	4590,0	52,4	2766,8	52,3	Недостов	Масс	Масс	280	253	Выс	Средн
<i>Pleurogrammus azonus</i>	1042,5	11,9	329,8	6,2	Достов	"	"	307	224	Средн	"
<i>Clupea pallasii</i>	984,6	11,2	512,3	9,7	"	"	"	180	189	"	"
<i>Gadus macrocephalus</i>	499,2	5,7	216,9	4,1	"	Обычн	Обычн	1849	4339	"	"
<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i>	227,9	2,6	208,6	3,9	"	Масс	Масс	127	125	Выс	"
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	182,9	2,1	24,0	0,5	"	Обычн	Обычн	281	248	"	"
<i>Hippoglossoides dubius</i>	150,2	1,7	81,3	1,5	Недостов	"	"	323	304	"	"
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	109,7	1,3	12,2	0,2	Достов	"	"	1561	1100	Средн	"
<i>Eleginus gracilis</i>	98,7	1,1	79,9	1,5	"	"	"	160	248	"	"
<i>Gymnacanthus detrisus</i>	91,3	1,0	316,7	6,0	"	"	Масс	188	224	"	Выс
<i>Limanda aspera</i>	73,0	0,8	211,6	4,0	"	"	"	254	271	"	Средн
<i>Myoxocephalus jaok</i>	71,2	0,8	72,9	1,4	"	"	Обычн	986	732	"	"
<i>Osmerus mordax dentex</i>	63,2	0,7	17,1	0,3	"	"	"	80	81	"	Низк
<i>Enophrys dicerca</i>	51,6	0,6	15,0	0,3	"	"	"	264	206	"	Средн
<i>Gymnacanthus herzensteini</i>	46,7	0,5	16,3	0,3	"	"	"	262	178	"	"
<i>Gymnacanthus pistilliger</i>	40,5	0,5	14,7	0,3	Недостов	"	"	106	177	Низк	"
<i>Sebastes owstoni</i>	37,7	0,4	10,4	0,2	Достов	"	"	113	103	Средн	"
<i>Mallotus villosus catervarius</i>	35,5	0,4	62,2	1,2	"	"	Масс	25	28	"	"
<i>Bathyraja parmifera</i>	31,9	0,4	13,4	0,3	Недостов	Редк	Редк	5498	4278	Низк	Низк
<i>Hemilepidotus gilberti</i>	31,1	0,4	18,0	0,3	"	Обычн	Обычн	186	187	Средн	Средн
<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>	27,5	0,3	8,8	0,2	"	"	"	367	289	Низк	Низк
<i>Lepidopsetta mochigarei</i>	26,6	0,3	5,3	0,1	Достов	"	"	316	346	Средн	Средн
<i>Cleisthenes herzensteini</i>	26,0	0,3	91,0	1,7	"	"	Масс	131	198	Низк	Низк
<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	25,3	0,3	41,2	0,8	"	"	Обычн	223	258	Средн	"
<i>Liparis ochotensis</i>	20,0	0,2	19,1	0,4	Недостов	"	"	919	720	"	"
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	18,1	0,2	0,02	0,0003	Достов	"	Редк	575	250	"	Низк
<i>Alicichthys elongatus</i>	17,6	0,2	32,3	0,6	"	"	Обычн	340	302	"	Средн

<i>Icelus cataphractus</i>	14,3	0,2	12,1	0,2	Недостов	"	Редк	Редк	61	90	"
<i>Hemiripiterus villosus</i>	11,0	0,1	2,9	0,1	"	Редк	Обычн	Обычн	1189	721	Низк
<i>Limanda punctatissima</i>	10,5	0,1	3,4	0,1	"	Обычн	"	"	184	244	"
<i>Stichaeus grigorjewi</i>	10,5	0,1	3,5	0,1	"	"	"	"	411	332	Средн
<i>Lycodes tanakae</i>	9,7	0,1	2,8	0,1	"	"	Редк	Редк	948	1156	Низк
<i>Triglops scepticus</i>	7,2	0,1	12,2	0,2	Достов	Обычн	Обычн	Обычн	64	63	Средн
<i>Platichthys stellatus</i>	2,7	0,03	10,4	0,2	"	Редк	"	"	612	480	Низк
<i>Sebastes trivittatus</i>	0,7	0,01	8,5	0,2	"	"	"	"	426	658	Низк
<i>Sebastes schlegelii</i>	0,2	0,002	5,4	0,1	"	"	Редк	"	111	733	"
Всего	8687,3		5259,02								

Примечание. В(тепл) — плотности концентраций видов в период с мая по октябрь, кг/км²; % (тепл) — доли от общей ихтиомассы в период с мая по октябрь, %; В(хол) — плотности концентраций видов в период с ноября по апрель, кг/км²; % (хол) — доли от общей ихтиомассы в период с ноября по апрель, %; F — оценка достоверности различия долей видов в составе ихтиоценов тепло и холодного периодов с помощью критерия Фишера при 95 %-ном уровне значимости (достов — доли различаются достоверно, недостов — недостоверно); Ab(тепл) — обилие видов по критерию Л.А. Борца (1985) в период с мая по октябрь (масс — вид массовый, обычн — обычный, редк — редкий); Ab(хол) — обилие видов по критерию Л.А. Борца в период с ноября по апрель; W(тепл) — средняя масса особей видов в период с мая по октябрь, г; W(хол) — средняя масса особей видов в период с ноября по апрель, г; I(тепл) — частота встречаемости видов в период с мая по октябрь (выс — высокая частота встречаемости, средн — средняя, низк — низкая); I(хол) — частота встречаемости видов в период с ноября по апрель.

навага *Eleginus gracilis*, керчак-яок *Myoxocephalus jaok*, охотский липарис *Liparis ochotensis* и колючий ицел *Icelus cataphractus*. Все они распространяются не только в элиторали, а в зависимости от биологического состояния и сезона года тяготеют и к другим биотопам и зонам. Например, навага зимой сосредоточивается для нереста непосредственно в прибрежных водах, а кроме того, может концентрироваться в районе внешней кромки шельфа и верхних отделов свала глубин. Летом же она сосредоточена по всему внутреннему шельфу до глубины 100 м (Кагановская, 1949). Однако при этом примерно одинаковое количество особей наваги в теплое и холодное время года держится на глубинах 50–200 м. У керчака-яока в зимний период часть особей перемещается из сублиторали в элитораль, а другая часть — из элиторали в мезобенталь, поэтому биомасса яока в элиторали летом и зимой имеет близкие значения.

В связи с тем что биомассы большинства массовых видов в холодное время года в элиторали гораздо ниже, существенно уменьшается здесь и общая биомасса рыб. В мае-октябре среднемноголетняя ихтиомасса на единицу площади в рассматриваемый период лет составила 8,7 т/км², а в ноябре-апреле — 5,3 т/км². Поскольку характер межсезонных изменений биомасс многих видов различается, то их вклад в общую ихтиомассу летом и зимой также различен. В составе летней и зимней ихтиомассы достоверно различаются доли большинства (23 вида) доминантных и субдоминантных рыб (табл. 3). В свою очередь, не было выявлено достоверных различий по долям для 12 видов, в том числе и для самого массового вида — минтая (т.е. вклад минтая в суммарную ихтиомассу ихтиоценов холодного и тепло периода года примерно

одинаков). Про такие виды можно сказать, что изменения их биомасс происходят синхронно изменению суммарной ихтиомассы в элиторали.

В холодное время года количество массовых видов, определенных по методике Л.А. Борца (1985), оказалось больше, чем в теплое время года. Кроме тех же 4 видов, которые являются массовыми летом (минтай, тихоокеанская сельдь, южный одноперый терпуг и колючая камбала), зимой переходят в категорию массовых охотский шлемоносец, желтоперая и остроголовая камбалы и дальневосточная мойва. Таким образом, зимой в элиторали, несмотря на уменьшение общей ихтиомассы, количество массовых видов возрастает.

Частота встречаемости наиболее массовых видов в элиторали зимой, напротив, уменьшается. Из тех видов, которые характеризуются высокой частотой встречаемости летом (минтай, колючая, палтусовидная и малоротая камбалы), зимой высокой частоты встречаемости не имеет ни один (табл. 3), у всех наблюдается только средняя частота встречаемости. Единственным видом, чья частота встречаемости в элиторали зимой бывает высокой, является охотский шлемоносец. В целом можно сказать, что массовые виды в летний период расщепляются сравнительно равномерно по разным участкам элиторали. Зимой же они образуют повышенные концентрации на локальных участках, что и обуславливает снижение их частоты встречаемости.

У значительной части видов размеры и индивидуальные массы тела особей в разные сезоны значимо не различаются. Различия в индивидуальных массах тела рыб мы рассматривали как значительные, если средняя масса одной особи конкретного вида по сезонам различалась более чем на 100 г. Среди рыб, вносящих более или менее существенный вклад в структуру ихтиоценоза, таких видов оказалось 12. Зимой наблюдается уменьшение средней массы отдельных особей у яока и многоиглого керчаков, щитоносного ската, охотского липариса, звездчатой и четырехбугорчатой камбал, волосатой рогатки (табл. 3), рыбы-лягушки *Aptocyclus ventricosus* и щетинистого бычка *Dasycottus setiger*. У большинства перечисленных видов данное явление вызвано откочевкой крупных особей в районы свала глубин и повышением доли молодежи в элиторали зимой. Отдельного внимания заслуживает рыба-лягушка, у которой в холодный период на глубинах более 50 м доля крупных экземпляров уменьшается по причине приближения половозрелых особей к берегу, где на глубине 5–10 м в зоне каменистых россыпей и зарослей водорослей с февраля по май проходит нерест данного вида.

У тихоокеанской трески, морских окуней трехполосого и Шлегеля средняя масса отдельных особей в зимний период в элиторали, наоборот, повышается (табл. 3). У трески это связано с предпочтением в холодное время всеми ее размерно-возрастными группами диапазона глубин 80–150 м (Моисеев, 1953), а в теплые месяцы повышенные концентрации крупной трески наблюдаются и в сублиторали, особенно на севере района исследований (наши данные). У окуней трехполосого и Шлегеля при сезонном похолодании в первую очередь расширяют диапазон обитания наиболее крупные особи.

В зимнем ихтиоценозе элиторали по сравнению с летним уменьшается количество доминирующих видов (табл. 3), и поэтому степень доминирования в рыбном населении в холодное время года выражена меньше. Индекс доминирования Симпсона как по численности, так и по биомассе в период с ноября по апрель снижается по сравнению с его значениями в мае-октябре (табл. 4). С индексом выравненности Пиелу по тем же причинам происходит обратное явление — в холодное время года он повышается. Сокращение количества видов рыб в элиторали в холодные месяцы соответствующим образом отражается и на индексе видового богатства рыбного населения, который в ноябре-апреле характеризуется более низким значением, чем в мае-октябре.

Индексы видового разнообразия ихтиофауны и коэффициенты сходства
видового состава рыб элиторали в российской зоне Японского моря
в мае-октябре (I) и в ноябре-апреле (II)

Table 4

The index of species diversity and coefficient of similarity for ichthyocenosis
of the outer sublittoral of the Japan Sea within Russian EEZ
in May-October (I) and November-April (II)

Индексы	I	II
S(количество)	0,251954	0,237750
S(биомасса)	0,306348	0,296615
E(количество)	0,443603	0,475596
E(биомасса)	0,400277	0,447081
D	7,877061	6,376151
Количество видов	120	85
K(форма a)	78,05 %	
K(форма b)	85,52 %	

Примечание. S(количество) — индекс доминирования Симпсона по количеству особей; S(биомасса) — индекс доминирования Симпсона по биомассе; E(количество) — индекс выравнивания Пиелу по количеству особей; E(биомасса) — индекс выравнивания Пиелу по биомассе; D — индекс видового богатства; количество видов — количество видов по результатам траловых уловов; K(форма a) — коэффициент сходства между видовым составом рыб в теплое и холодное время по “голому” списку видов (без учета их обилия); K(форма b) — коэффициент сходства между видовым составом рыб в теплое и холодное время по значениям биомасс встречающихся видов.

Заключение

С мая по октябрь в донных и придонных биотопах элиторали российских вод Японского моря отмечено 272 вида рыб из 77 семейств, а с ноября по апрель — 85 видов из 21 семейства. В элиторали в холодное время года биомасса на единицу площади у большинства видов ниже, чем в теплое время года, что в первую очередь связано со смещением рыб при похолодании на свал глубин. В теплое время года в элиторали, по среднесноголетним данным, доминируют три вида рыб (минтай, южный одноперый терпуг и тихоокеанская сельдь), а в холодное время года структура доминирования элиторального ихтиоценоза изменяется таким образом, что доминирующим становится всего один вид — минтай. По сравнению с теплым периодом года зимой увеличивается количество массовых видов (на 4 вида), но частота встречаемости массовых видов в холодные месяцы, напротив, уменьшается. В целом в холодное время года доминирование в составе рыбного населения выражено меньше, чем в теплое, а выравнивание — наоборот.

Совершенно ясно, что рыбы приспособились к жизни в тех условиях, в которых они обитают. Результаты наших исследований показали, что при резких изменениях внешних условий (таких как зимнее охлаждение) многие виды вынуждены менять свое распределение. При наступлении холодов часть рыб перемещается из элиторали в иные биотопы. В этом проявляются адаптационные механизмы, направленные на выживание видов. Очевидно, что условия, формирующиеся на шельфе в холодное время года, выходят за рамки толерантности некоторых рыб, обитающих здесь летом. Но есть виды, которые могут не менять свое распределение в зимний период. Это рыбы с наиболее высокой экологической пластичностью. Однако и они переориентируются относительно своих мест обитания, поскольку не могут существовать вне связи с другими организмами данного биотопа. Например, изменение распределения объектов питания неминуемо ведет к изменению распределения их потребителей. Таким образом, зим-

нее охлаждение вод ведет к изменению особенностей распространения практически всех представителей элиторальной ихтиофауны.

Список литературы

Аксюткина З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях : монография. — М. : Пищ. пром-сть, 1968. — 289 с.

Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Японского моря / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Национ. рыб. ресурсы, 2004. — 998 с.

Борец Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение : монография. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1997. — 217 с.

Борец Л.А. Состав и современное состояние сообщества донных рыб Карагинского залива // Изв. ТИНРО. — 1985. — Т. 110. — С. 20–27.

Вдовин А.Н., Зуенко Ю.И. Вертикальная зональность и экологические группировки рыб залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 122. — С. 152–176.

Вдовин А.Н., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 168–190.

Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биогеография : монография. — М. : Просвещение, 1978. — 270 с.

Гаврилов Г.М., Пушкарева Н.Ф., Стрельцов М.С. 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, 1988. — С. 37–55.

Дударев В.А. Состав и биомасса донных и придонных рыб на шельфе северного Приморья // Вопр. ихтиол. — 1996. — Т. 36, № 3. — С. 333–338.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике : монография. — М. : Наука, 1984. — 424 с.

Измятинский Д.В. Состав ихтиофауны в мезобентали залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиол. — 2006. — Т. 46, № 2. — С. 195–202.

Измятинский Д.В. Характеристика ихтиофауны элиторали залива Петра Великого (Японское море) в период гидрологического лета // Вопр. ихтиол. — 2005. — Т. 145, № 3. — С. 315–323.

Кагановская С.М. Материалы по биологии малоиспользуемых рыб Приморья // Изв. ТИНРО. — 1949. — Т. 29. — С. 99–105.

Калчугин П.В., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. и др. Состав и биомасса донного ихтиоцены у материкового побережья западной части Японского моря // Вопр. рыб-ва. — 2006. — № 7(27). — С. 464–480.

Ким Л.Н. Промысловые рыбы Уссурийского залива (Японское море): состав, биология, современный статус, значение в рыболовстве : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2009. — 24 с.

Ким С.Т. Сезонные особенности вертикальной структуры ихтиоценов западносахалинского шельфа и островного склона // Вопр. ихтиол. — 2004. — Т. 44, № 1. — С. 77–88.

Маркевич А.И. Состав группировок, экология и поведение морских окуней рода *Sebastes* Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого, Японское море) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ДВНЦ, 1998. — 24 с.

Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей : Изв. ТИНРО. — 1953. — Т. 44. — 288 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.

Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья : монография. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2002. — 552 с.

Одум Ю. Экология : монография. — М. : Мир, 1986. — Т. 2. — 376 с.

Орлов А.М. Демерсальная ихтиофауна тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Биол. моря. — 1998. — Т. 24, № 4. — С. 146–160.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях : монография. — М. : Наука, 1982. — 287 с.

Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Епур И.В., Азарова И.А. Вековые изменения в составе и числе рыб — южных мигрантов в ихтиофауне северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 136. — С. 41–57.

Соломатов С.Ф. Батиметрическое и пространственное распределение рыб на свале глубин северного Приморья в осенний период // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 156–163.

Соломатов С.Ф. Состав и многолетняя динамика донных ихтиоценов Северного Приморья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — 24 с.

Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В. и др. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. — Владивосток : Дальнаука, 2003. — 204 с.

Шейко Б.А., Федоров В.В. Рыбообразные и рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. — Петропавловск-Камчатский : Камчатский печатный двор, 2000. — С. 7–69.

Поступила в редакцию 5.02.10 г.