

УДК 574.9:591.9(265.2)

## ПОГРУЖЕНИЕ СУБЛИТОРАЛЬНО-БАТИАЛЬНЫХ ВИДОВ В АБИССАЛЬНУЮ ЗОНУ ЯПОНСКОГО МОРЯ

© 2019 г. А. Н. Миронов<sup>1\*</sup>, А. Б. Дильман<sup>1</sup>, К. В. Минин<sup>1</sup>, М. В. Малютина<sup>2</sup><sup>1</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия<sup>2</sup> Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

\*e-mail: miron@ocean.ru

Поступила в редакцию 06.02.2017 г.

После доработки 07.05.2019 г.

Принята к публикации 18.06.2019 г.

Проведено сравнение вертикального распространения одних и тех же глубоководных (>2000 м) видов мега- и макрофауны в Японском море и за его пределами. Среди 85 глубоководных видов мега- и макрофауны Японского моря 26 известны за пределами моря на глубинах более 2000 м и 45 — за пределами моря только в сублиторали и батииали (<2000 м). Оставшиеся 14 видов являются эндемиками Японского моря. Виды второй группы, а также эврибатные эндемики Японского моря (8 видов) обозначаются как псевдоабиссальные. Термин «псевдоабиссальный» используется здесь для эврибатных (сублиторально-абиссальных и батииально-абиссальных) видов, распространение которых в абиссали ограничено сравнительно небольшим районом; в настоящем случае — абиссалью Японского моря. Доля псевдоабиссальных видов в фауне абиссальной котловины Японского моря (62%) больше, чем в любом другом абиссальном районе. Предполагается, что большая доля псевдоабиссальных видов является результатом локального погружения сублиторально-батииальных видов в абиссаль Японского моря. Абиссальная котловина Японского моря выделяется в биогеографическую провинцию абиссальной биотической зоны.

**Ключевые слова:** глубоководный, псевдоабиссальный, погружение, видовой ареал, биогеографическая провинция, эндемик

DOI: 10.31857/S0030-15745961016-1027

### ВВЕДЕНИЕ

Японское море представляет собой окраинный бассейн северо-западной (СЗ) Пацифики с максимальной глубиной около 3800 м. Четыре пролива, соединяющие море с океаном, имеют глубину менее 140 м [34, 64]. Позднекайнозойская история моря характеризуется активной геодинамикой. В плиоцен-плейстоценовое время возобновилась субдукция Тихоокеанской плиты под Евразийский континент, что привело к окончательному формированию глубоководных котловин Японского и Охотского морей, а также островных дуг в том виде, который характерен для них в настоящее время [21]. Одновременно происходили резкие изменения условий обитания морских животных, связанные с изменениями уровня воды и степени геоморфологической изоляции моря [65, 79].

Глубоководные (>2000 м) животные Японского моря впервые были пойманы в 1932 г. во время экспедиции на шхуне «Россинанте» [16, 17]. Институт океанологии провел 5 глубо-

ководных экспедиций в Японском море: на НИС «Витязь» в 1950, 1957, 1972 и 1976 гг. и НИС «Дмитрий Менделеев» в 1985 г. [32, 38, 63]. Во время экспедиций Института океанологии 35 траловых проб и 51 дночерпательная проба были получены в Японском море на глубинах более 2000 м (рис. 1). Позднее сборы глубоководных животных в Японском море были проведены на НИС «Профессор Хромов» (2005 г.), а также на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (2010 г.), во время российско-германской экспедиции SoJaBio [54, 63, 68].

Дерюгин [17] отмечает бедность глубоководной фауны как по видовому составу, так и по количественным показателям, отсутствие в ней «настоящих» тихоокеанских элементов абиссальной фауны. Особенности глубоководной фауны он связывает со своеобразной геологической историей моря, которое «возникло как провал суши», отделенный геоморфологическими барьерами от глубин Тихого океана. Глубоководную котловину Японского моря Дерюгин относит к абиссальной зоне. Фауну, обитающую

на глубинах около 2000 м, он рассматривает как переходную от батимальной к абиссальной фауне. Ранее Дерюгин [15] использовал термин «псевдоабиссаль», отнеся к ней геоморфологически изолированные депрессии с батимальными глубинами в пределах шельфа Белого моря. Дерюгин [17] не использует этот термин в применении к Японскому морю. Ушаков [49] обозначает глубоководную котловину Японского моря как псевдоабиссаль, отмечая ее геоморфологическую изолированность от соседних абиссальных районов и местное мелководное происхождение абиссальных видов. Котловину Японского моря Ушаков характеризует также как «глубинную Арктику Тихого океана», так как она заполнена более холодными водами, чем котловины соседних районов. Андрияшев [1] использует термин «псевдоабиссаль» в понимании Ушакова. Он включает в псевдоабиссаль районы с глубинами 2500–5000 м, отделенные мелководными порогами от океанического ложа и населенные видами местного мелководного происхождения.

Основная цель настоящей работы — выявить различия в вертикальном распространении одних и тех же глубоководных видов в Японском море и за его пределами.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Под термином «псевдоабиссальные» понимаются эврибатные виды, встреченные в абиссали только одного небольшого района, в настоящем случае — только в Японском море. Согласно Дерюгину [17], в Японском море переходная зона между батимальной и абиссальной фаунами расположена на глубинах около 2000 м. Этот горизонт условно принят в настоящей работе за верхнюю границу абиссальной зоны в Японском море. Под СЗ Пацификой понимается область к северу от 30° с. ш. и к западу 180°. В основу исследования положена созданная нами база данных по вертикальному распространению видов и родов в абиссали Японского моря, и по распространению этих же видов и родов за пределами моря. При создании этой базы данных были использованы сотни публикаций по макро- и мегафауне; основные из них указаны в табл. 1. Тем не менее литература по этой теме учтена нами не полностью. Сходство близкородственных видов и постоянно меняющаяся видовая синонимика привели к большому числу неверных видовых определений. По этим причинам точные сведения

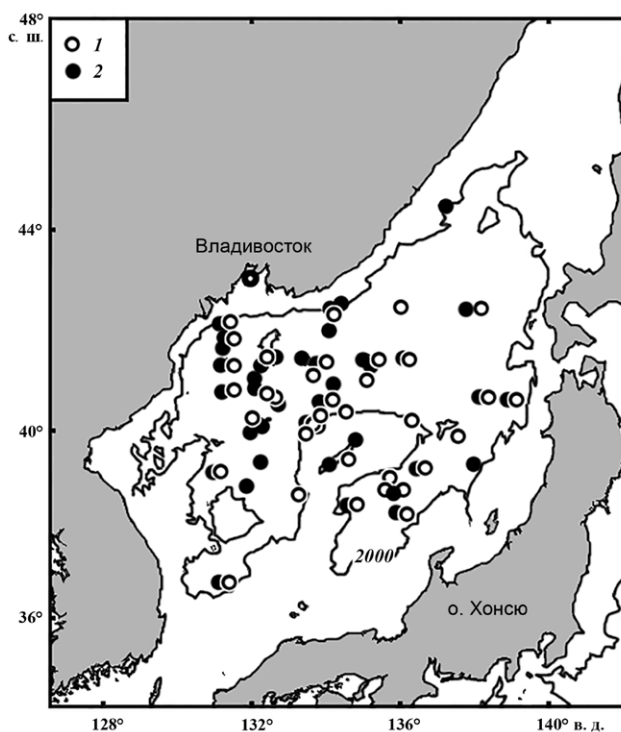


Рис. 1. Карта станций экспедиций Института океанологии, взятых в Японском море на глубинах более 2000 м в 1950–1885 гг., НИС «Витязь» и «Дмитрий Менделеев».

1 — траловые пробы (донные тралы Сигсби и Галатей), 2 — дночерпательные пробы.

о вертикальном распространении некоторых видов отсутствуют. Чтобы снизить процент сомнительных данных, вертикальное распространение абиссальных видов в Японском море и за его пределами сравнивается только по одному показателю: встречен или не встречен вид на глубинах более 2000 м.

При составлении списка абиссальных видов Японского моря нами учтены как опубликованные (табл. 1), так и неопубликованные данные. Последние или взяты из рейсовых журналов экспедиций Института океанологии в Японском море, или получены в результате только что проведенных исследований. В список абиссальных таксонов не внесены виды, найденные на глубинах до 2000 м включительно. Например, не приняты во внимание офиуры *Ophiopenia disacantha* и *Ophiura sarsii*, максимальная глубина нахождения которых в Японском море 2000 м [85]. В то же время в список включены виды из траловых уловов, когда верхний предел лова выше, а нижний предел того же лова ниже 2000 м. Ловы с таким диапазоном глубин получены исследовательскими судами «Росинанте» на станциях

**Таблица 1.** Список систематических групп и публикаций по абиссальной (>2000 м) фауне Японского моря, использованных в настоящей работе

Taxa	Publications
Porifera	[46]
Hydrozoa	[88]
Actiniaria	[84]
Polychaeta	[2, 3, 22, 48, 51]
Sipuncula	[36]
Nemertea	[57]
Gastropoda	[24, 41, 56, 67, 70, 71, 86]
Bivalvia	[24, 43, 63]
Bryozoa	[61]
Amphipoda	[5, 9, 13, 14, 55, 60]
Isopoda	[11, 12, 30, 59, 69]
Tanaidacea	[29, 53]
Cumacea	[31, 50, 60]
Mysida	[60, 80]
Decapoda	[6, 23, 27, 28, 44, 66]
Asteroidea	[19]
Ophiuroidea	[20, 33]
Holothurhoidea	[4, 45]
Chaetognatha	[25]
Ascidiacea	[40, 77, 83]
Pisces	[37, 39]
Several phyla:	
R/V Rossinante, 1932	[16, 17]
RV Vityaz, Cruise 3, 1950	[35]
RV Vityaz, Cruise 52, 1972	[32]
RV Vityaz, Cruise 59, 1976	[38]
R/V Akademik M.A. Lavrentyev, Cruise 51, SoJaBio expedition, 2010	[54, 68]

316 (1940–2300 м), 319 (1900–2090 м) и 413 (1800–2300 м) [16, 17], «Витязь» на ст. 6662 (1840–2600 м), и «Дмитрий Менделеев» на ст. 3097 (1950–2250 м). Опубликованные видовые и родовые названия приведены в соответствии с синонимикой, принятой в Word Register of Marine Species на январь 2017 г. [89]. Мейофауна исключена из рассмотрения.

Биогеографические границы, провинции и вертикальные зоны рассматриваются с позиций биотического подхода к районированию. Со-

гласно этому подходу, за биогеографическую границу принимается зона сгущения границ видовых ареалов [73]. Видовой ареал понимается как одна площадь, очерченная линией, соединяющей крайние точки нахождения вида, то есть принимается допущение о непрерывности видового ареала. В частности, вид считается обитающим на всех глубинах района, расположенных между крайне верхней и крайне нижней точками его нахождения в этом же районе. Для выявления биогеографических границ на основе биотического подхода не используются сведения об особенностях среды обитания и структуры донных сообществ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Видовое богатство абиссальной макро- и мегафауны.** Обобщая имеющиеся в нашем распоряжении опубликованные и неопубликованные данные, мы насчитываем 85 видов макро- и мегафауны, обнаруженных в Японском море на глубинах более 2000 м и определенных на видовом уровне. В этот список включены 4 вида, видовая принадлежность которых определена условно (помечены как «conformis»). Список определений на видовом уровне дан в таблице 2. Пять видов включены в таблицу на основании неопубликованных данных, изложенных в рейсовых журналах НИС «Витязь» и «Дмитрий Менделеев». Полихета *Maldane sarsi* обнаружена на ст. 7519: НИС «Витязь», рейс 59-й, 02 июля 1976 г., 41°28'8 с.ш., 136°06'1 в.д., 3460 м; определение М. Кондратовой. По опубликованным данным, этот вид был известен в Японском море с глубин до 700 м [2], в Охотском море — до 3500 м [47], в Беринговом море — до 3240 м [81]. Полихета *Armandia brevis* обнаружена на ст. 7460, НИС «Витязь», рейс 59-й, 27 мая 1976 г., 42°12'7 с.ш., 131°09'8 в.д., определена М. Кондратовой как *Ammotrypane multipapilla* (младший синоним *Armandia brevis*). Этот вид ранее был известен в Японском море на шельфе [3]; в районе Калифорнии обнаружен на глубинах около 2000 м. Гастроподы *Buccinum tenuissimus* и *Pararetifusus tenuis* семейства Buccinidae были собраны на ст. 3097, НИС «Дмитрий Менделеев», рейс 35-й, 10 июля 1985 г., 40°13'6 с.ш., 133°51'8 в.д. — 40°15'3 с.ш., 133°50'4 в.д., 1950–2250 м. Определения этих гастропод были записаны в журнал в 1987 г. В.Я. Лус. *Buccinum tenuissimus* ранее был найден в Японском море на глубинах 540–1500 м [10, 24]; *Pararetifusus tenuis* был известен из залива

Таблица 2. Список абиссальных (&gt;2000 м) видов Японского моря, относящихся к макро- и мегафауне

Виды	Глубина 1/глубина 2, м	Виды	Глубина 1/глубина 2, м
<b>Porifera</b>		<b>Scaphopoda</b>	
<i>Rhabdocallyptus heteraster</i>	<2000/2250	<i>Siphonodentalium cf. lobatum</i>	3254/2300
<b>Hydrozoa</b>		<b>Bryozoa</b>	
<i>Abietinaria abietina</i>	<2000/2481	<i>Celleporina incrassata</i>	<2000/2481
<i>Coryomorpha cf. bigelowi</i>	~3000/3347	<b>Amphipoda</b>	
* <i>Opercularella angelikae</i>	-/3660	" <i>Anonyx derjugini</i> "	?/2780
<b>Actiniaria</b>		<i>Harpiniopsis orientalis</i>	<2000/2534
** <i>Edwardsia sojabio</i>	-/3550	<i>Harpiniopsis pacifica</i>	<2000/2683
<b>Polychaeta</b>		<i>Leptamphopus sarsi</i>	<2000/2555
<i>Aglaophamus malmgreni</i>	3980/2683	<i>Paraphoxus oculatus</i>	<2000/2300
<i>Amage asiaticus</i>	3990/2900	<i>Paroediceros lynceus</i>	<2000/2300
<i>Ampharete acutifrons</i>	<2000/2400	<i>Themisto japonica</i> (pel.)	<2000/3347
<i>Amphictene moorei</i>	<2000/2900	<i>Tmetonyx cicada</i>	3800/3200
<i>Anobothrum gracilis</i>	<2000/2900	<i>Urothoe denticulata</i>	<2000/2850
<i>Aphelochaeta pacifica</i>	<2000/2900	<b>Isopoda</b>	
<i>Aricidea ramosa</i>	<2000/2400	<i>Caecognathia elongate</i>	3000/2900
<i>Armandia brevis</i>	<2000/2220	<i>Desmosoma lobipes</i>	<2000/3420
<i>Chaetozone cf. setosa</i>	4950/3431	* <i>Eurycope spinifrons</i>	-/3665
<i>Cirratulus cirratulus</i>	2948/2900	<b>Tanaidacea</b>	
<i>Euchone analis</i>	<2000/2900	<i>Chaulioleona hansknechti</i>	<2000/2637
<i>Flabelligera affinis</i>	<2000/2683	* <i>Parakanthophoreus verutus</i>	-/2637
<i>Harmothoe derjugini</i>	3850/3431	** <i>Paratyphlotanais japonicus</i>	-/3666
<i>Harmothoe impar</i>	<2000/3000	<i>Pseudotanais affinis</i>	6890/3425
<i>Jasmineira pacifica</i>	<2000/2900	* <i>Typhlotanais simplex</i>	-/3435
		<b>Cumacea</b>	
<i>Maldane sarsi</i>	4391/3460	<i>Leucon fulvus</i>	<2000/3357
<i>Melinna elisabethae</i>	<2000/2900	<i>Leucon minor</i>	<2000/2534
<i>Oligobrachia dogieli</i>	2532/2850	<b>Mysida</b>	
<i>Pherusa cf. plumosa</i>	<2000/2900	<i>Meterythrops microphthalmus</i> (pel.)	<2000/3347
<i>Polydora cornuta</i>	<2000/3334	<i>Pseudomma okiyamai</i>	<2000/3357
<i>Scalibregma inflatum</i>	4436/2693	<b>Decapoda</b>	
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	3440/2030	* <i>Argis toyamaensis</i>	-/2250
<i>Terebellides stroemii</i>	3980/3430	<i>Chionocetes japonicus</i>	3000/2300
<b>Sipuncula</b>		<i>Eualus biunguis</i>	<2000/2090
<i>Golfingia vulgaris</i>	5853/3073	<b>Chaetognatha</b>	
<b>Nemertea</b>		** <i>Prakrohnitella malyutinae</i>	3427–3431
* <i>Cephalothrix iwatai</i>	-/3334	<b>Asteroidea</b>	
** <i>Micrura bathyalis</i>	-/3426	<i>Crossaster japonicus</i>	<2000/2250
<b>Gastropoda</b>		<i>Ctenodiscus crispatus</i>	2540/2300
<i>Buccinum tenuissimus</i>	<2000/2250	<i>Leptychaster anomalus</i>	<2000/2090
<i>Cylichna toyamaensis</i>	<2000/2555	<i>Pedicellaster orientalis</i>	<2000/2250

Таблица 2. Продолжение

<i>Diaphana hiemalis</i>	<2000/2725	<i>Pseudarchaster parelii</i>	3540/2090
** <i>Doridunculus unicus</i>	-/3620	<b>Ophiuroidea</b>	
<i>Ziminella abyssa</i>	<2000/3620	<i>Ophiacantha bidentata</i>	4730/2730
<i>Pararetifusus tenuis</i>	<2000/2250	<i>Ophiura leptoctenia</i>	3820/2681
<b>Bivalvia</b>		<b>Holothuroidea</b>	
<i>Axinopsida orbiculata</i>	<2000/2300	* <i>Eupyrgus pacificus</i>	-/2090
<i>Axinopsida subquadrata</i>	<2000/2550	<i>Prototrochus minutus</i>	3353/3357
<i>Cardiomya behringensis</i>	<2000/2900	<b>Ascidacea</b>	
<i>Dacrydium vitreum</i>	4380/3357	** <i>Agnesia orthenteron</i>	-/2655
<i>Delectopecten vancouverensis</i>	4100/3435	<i>Styela squamosa</i>	5750/2683
<i>Robaia robai</i>	<2000/2900	<b>Pisces</b>	
<i>Yoldiella derjugini</i>	<2000/2520	<i>Bothrocarra hollandi</i>	<2000/3100
<i>Yoldiella orbicularis</i>	<2000/2300	* <i>Careprocrus batialis</i>	-/2300

Примечание. Глубина 1 — максимальная глубина нахождения вида за пределами Японского моря; глубина 2 — максимальная глубина нахождения вида в Японском море.

\* — эндемики Японского моря; \*\* — эндемики Японского моря и абиссальной зоны.

Сагами, Япония, и у острова Итуруп на глубинах 416–1500 м [24]. Рыбы *Bothrocarra hollandi* были отмечены в Японском море на ст. 7478, НИС «Витязь», рейс 59-й, 06 июня 1976 г., 40°05'1 с. ш., 131°59'0 в. д., глубина 3100 м. *B. hollandi* ранее был известен до 1950 м [37].

Морские звезды *Pedicellaster orientalis* включены в список абиссальных видов на основании неопубликованных результатов исследования, проведенного А. Б. Дильман. Эти звезды были собраны во время 35-го рейса НИС «Дмитрий Менделеев» на станциях 3097 и 3149: 27 июля 1985 г., 40°12'9 с. ш., 133°46'1 в. д. — 40°13'6 с. ш., 133°46'5 в. д., 2160–2200 м. Дьяконов [19] сообщает о нахождении этого вида в Японском море на глубинах около 2000 м.

Кроме перечисленных в таблице 85 видов, 54 морфовида определены до уровня рода, семейства или макротаксона рангом выше семейства. До уровня рода определено 19 морфовидов, относящихся к 16 родам: *Farrea*, *Iotroata* (Porifera), *Laonice*, *Scoletoma*, *Sigambra*, *Sphaerodorum* (Polychaeta), *Parathyasira*, *Xylophaga* (Bivalvia), *Andaniopsis*, *Barhymedon*, *Gammaropsis*, *Monoculodes*, *Pardaliscella*, *Stegocephalus*, *Westwoodilla* (Amphipoda), *Eudorella* (Cumacea). Список родов всей макро- и мегафауны состоит из 95 названий. Не учтены следующие родовые определения гидроидов: *Lafoenia* [17], *Sertularella* sp. [35], *Oplorhiza* sp. [38], *Egmondella* sp. [71], поскольку Степаньянц [87] не подтвердила их правильность и сообщила о других

родах, представленных в абиссали Японского моря (табл. 2). Морфовиды, определенные до семейства, относятся к Aphrocallystidae, Cladorhizidae (Porifera), Solmarisidae (Hydrozoa), Nephtheidae (Alcyonacea), Capitellidae, Echiuridae, Maldanidae: Nicomachinae, Nereidae, Opheliidae, Oweniidae (Polychaeta), Lineidae (Nemertea), Cuspidariidae (Bivalvia), Loliginidae (Cephalopoda), Dogielinotidae (Amphipoda), Anthuridae (Isopoda), Pandalidae (Decapoda). Морфовиды, определенные на уровне макротаксонов рангом выше семейства, входят в состав Calcarea, Actiniaria (3 морфовида), Nemertea (Monostilifera), Selenogastres, Euphausiacea, Enteropneusta. Наибольшее видовое разнообразие в макро- и мегафауне отмечено для Polychaeta (37 видов), Amphipoda (19 видов) и Bivalvia (11 видов).

В абиссальной фауне Японского моря отсутствуют несколько макротаксонов, широко распространенных в абиссали Мирового океана, включая абиссальные районы СЗ Пацифики. Отсутствуют Pennatulacea, Anthipatharia, Caudofoveata, Polyplacophora, Brachiopoda, Priapulida, Pycnogonida, Cirripedia, Crinoidea, Echinoidea. Отсутствует также большинство преимущественно глубоководных семейств и родов, известных в соседних абиссальных районах.

Имеющихся данных пока недостаточно, чтобы приблизительно оценить реальное видовое богатство абиссальной макро- и мегафауны Японского моря. Однако с уверенностью можно утверждать, что оно значительно меньше, чем

в абиссали Охотского, Берингова морей и в открыто-океанической части СЗ Пацифики. Относительно низкое видовое богатство глубоководной фауны Японского моря можно наглядно продемонстрировать на примере фауны иглокожих. Согласно Миронову и др. [75], в Японском море на глубинах более 2000 м обнаружены 9 видов иглокожих, в Охотском море — 34 вида, в Беринговом море — 47 видов и в открыто-океанической части СЗ Пацифики, включая желоба с глубинами более 6000 м, — более 58 видов иглокожих. Сообщение о 58 видах [75] было ошибочным. В действительности число видов глубоководных иглокожих в открыто-океанической части СЗ Пацифики оценивалось в 2017 году как 132. Исследования коллекций глубоководных иглокожих, проведенные в 2017–2019 гг., привели к увеличению этого числа до 163, из них 127 видов обитают на глубинах 2000–6000 м и 58 видов обитают на глубинах более 6000 м [неопубликованные данные].

**Нижние пределы распространения видов в разных районах их обитания.** Если учитывать вертикальное распространение каждого вида по всему ареалу (в Японском море и за его пределами), то 52 вида (из 85) имеют сублиторально-верхнеабиссальное распространение (от 0 до 4000 м), 7 видов распространены от шельфа до нижней абиссали (0–6000 м), 2 вида — от шельфа до верхней ультраабиссали (0–7000 м), 18 видов — от батиали до верхней абиссали (200–4000 м) и 6 видов — эндемики верхней абиссальной зоны (2000–4000 м). Таким образом, большинство глубоководных видов (61 вид или 72%) обитает как в абиссали, так и на шельфе.

Среди 85 глубоководных видов 26 известны за пределами моря на глубинах более 2000 м и

45 видов известны за пределами моря только в сублиторали и батиали (<2000 м). Оставшиеся 14 видов являются эндемиками Японского моря, из них 8 видов являются эврибатными эндемиками Японского моря (обитают как в абиссали, так и на меньших глубинах); 6 — стенобатные глубоководные эндемики Японского моря. Виды второй группы, а также эврибатные эндемики Японского моря (53 или 62%) обозначаются как псевдоабиссальные. Отдельные систематические группы животных заметно отличаются друг от друга числом псевдоабиссальных видов. Например, у амфипод таких видов больше, чем у изопод, — 8 и 2 соответственно (табл. 2).

Некоторые виды первой группы встречаются на глубинах более 2000 м, кроме Японского моря, только в других краевых морях СЗ Пацифики. Например, голотурия *Prototrochus minutus*, известная из СЗ Пацифики и Антарктики, встречается на глубинах более 2000 м только в Японском и Охотском морях [75]. Доминирующая в абиссальных сообществах Японского моря полихета *Harmothoe derjugini* долгое время считалась эндемиком моря, но позднее была обнаружена в Беринговом море на глубине 3850 м [42] (определение Н. Н. Дединой). Амфиподы широко распространенного рода *Westwoodilla* обнаружены в абиссали только Японского и Берингова морей (рис. 2). В Охотском и Беринговом морях имеются свои псевдоабиссальные виды. Например, голотурия *Psolidium dyakonovi* встречается в Охотском море на глубине 2901 м, а за пределами Охотского моря на глубине 1140 м [75]. Однако доля псевдоабиссальных видов в абиссальной фауне Охотского и Берингова морей низкая.

**Географическое распространение.** Группа видов, встреченных за пределами моря на глубинах

**Таблица 3.** Сравнение географического распространения абиссальных видов, встреченных и не встреченных на глубинах более 2000 м за пределами Японского моря. Рассматривается только макро- и мегафауна, определенная до видового уровня

Биогеографические характеристики видов	Число видов	
	Встречены глубже 2000 м только в Японском море*	Встречены глубже 2000 м как в Японском море, так и за его пределами
Всего	45 (100%)*	26 (100%)
Эндемики Северной Пацифики	27 (60%)*	6 (23%)
Общие с Арктикой	14 (31%)	16 (62%)
Общие с Атлантикой	15 (33%)	17 (65%)
Общие с Антарктикой	0	7 (27%)
Космополиты	0	5 (19%)

Примечание. \* Не считая эндемиков Японского моря.

более 2000 м (25 видов), отличается от группы видов, встреченных глубже 2000 м только в Японском море (46 видов), по нескольким биогеографическим характеристикам. Доля эндемиков северной Пацифики значительно больше во второй группе, чем в первой (табл. 3). Соответственно, в первой группе больше доля широко распространенных видов; в частности, больше доля видов, общих с Арктикой и Атлантикой. Общие

с Антарктикой виды имеются только в первой группе. Большинство родов (83%) имеют космополитное или близкое к космополитному распространение. Однако наибольшее число видов в этих родах обычно приходится на северные широты (рис. 2 и 3). Наличие центра видового разнообразия в СЗ Пацифике более характерно для родов, к которым относятся виды второй группы (рис. 3).

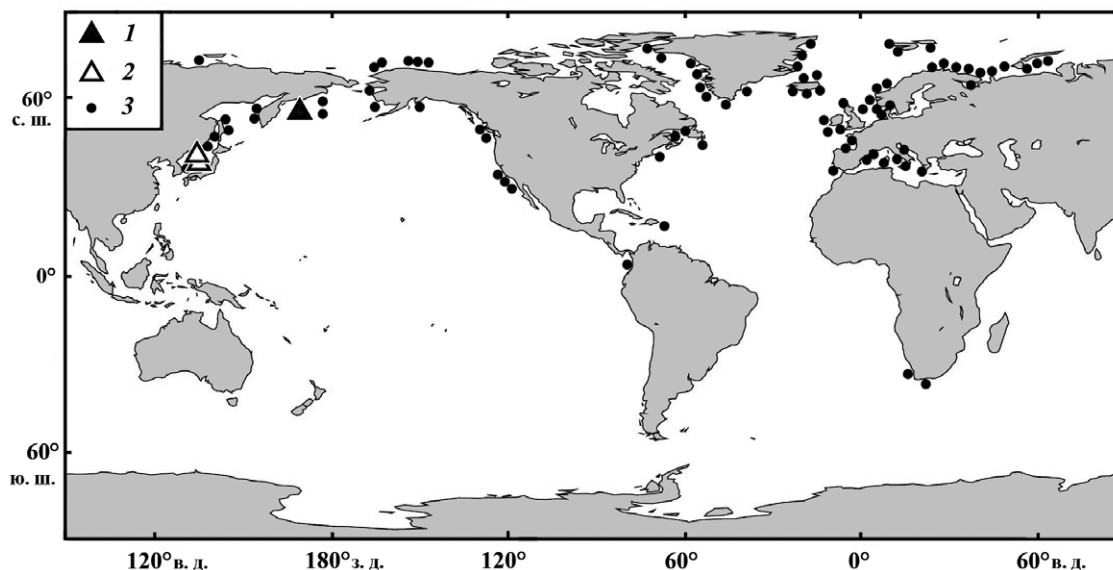


Рис. 2. Распространение амфипод рода *Westwoodilla*. По Jansen [62] с дополнениями. Пример рода с преимущественным распространением в северной полушарии и погружением в абиссаль только в окраинных морях СЗ Пацифики. 1 — *W. abyssale*, Берингово море, 2900 м, 2 — *Westwoodilla* sp., Японское море, 455–2725 м, 3 — остальные 13 видов рода, 1–641 м.

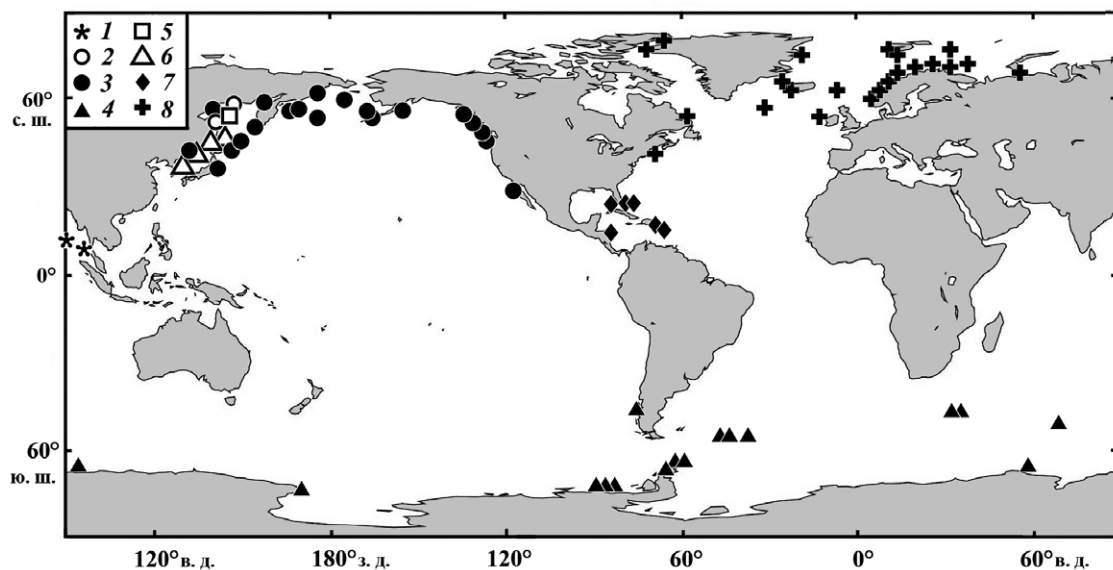


Рис. 3. Распространение морских звезд рода *Pedicellaster*. Пример рода с широким распространением на глубинах 1–1785 м и погружением до глубины 2250 м только в Японском море. 1 — *P. atratus*, 400–530 м, 2 — *P. eximius*, 117–207 м, 3 — *P. hypernotius*, 37–521 м, 4 — *P. indistinctus*, 128 м, 5 — *P. magister*, 60–1776 м, 6 — *P. orientalis*, 69–2250 м, 7 — *P. pourtalesi*, 223–549 м, 8 — *P. typicus*, 18–1785 м.

## ОБСУЖДЕНИЕ

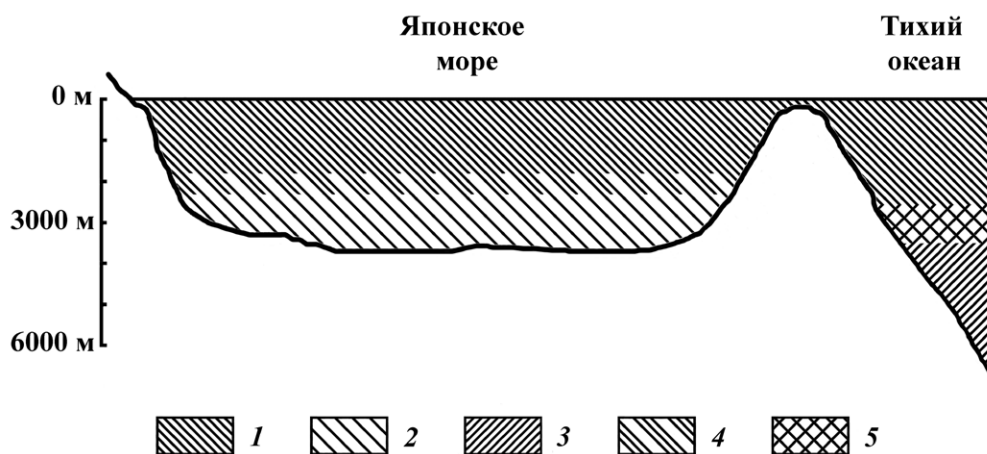
Большая доля псевдоабиссальных видов в глубоководной фауне Японского моря, вероятно, является результатом погружения сублиторально-батиальной фауны в абиссаль. Предположение о погружении сублиторальной и батиальной фауны в абиссаль Японского моря было сделано еще в результате изучения материалов, полученных в 1932 г. во время экспедиции на «Россинанте» [2, 3, 5, 17, 27, 28]. Это предположение было высказано также во многих более поздних публикациях [1, 19, 31, 32, 35, 36, 47, 52, 56, 58, 60, 68, 78, 88, 90 и др.]. В качестве возможных причин погружения мелководной фауны рассматриваются геоморфологическая изоляция глубоководной котловины Японского моря от абиссали открыто-океанической части СЗ Пацифики [8, 31, 52, 58, 60, 88, 90], геологическая молодость глубоководной котловины Японского моря [35, 38, 60, 79], а также угнетение типичной глубоководной фауны неблагоприятными условиями обитания в прошлом [58, 60, 88] и настоящем [7, 9, 18, 49, 90].

Миронов и др. [75] на примере фауны иглокожих показали, что число видов в глубоководных (>2000 м) районах СЗ Пацифики находится в обратной зависимости от степени геоморфологической изоляции района. Число видов абиссальных иглокожих возрастает в следующей последовательности: наиболее изолированное Японское море, менее изолированное Охотское море, наименее изолированное Берингово море и открыто-океаническая абиссаль СЗ Пацифики.

Открыто-океаническая абиссаль СЗ Пацифики с высоким видовым богатством фауны,

вероятно, служила основным донором по отношению ко всем другим абиссальным районам СЗ Пацифики, за исключением абиссальной котловины Японского моря. Большой процент псевдоабиссальных видов указывает на то, что основным донором для абиссальной котловины Японского моря послужил шельф и склон.

Погружение нижних пределов вертикального распространения видов привело в Японском море к большому сходству батиальной и абиссальной фаун: среди 85 абиссальных видов 79 (94%) оказались общими с батиальной зоной. Несмотря на сходство, сублиторально-батиальная и абиссальная фауны Японского моря отделены одна от другой переходной зоной. Дерюгин [17] отмечает, что переходная между батиальной и абиссальной фаунами зона расположена на глубинах около 2000 м. Предварительный анализ вертикального распределения видов (сравнение видового состава траловых проб, полученных на глубинах около 2000 м) показывает, что переходная зона простирается приблизительно от 1800 до 2300 м. На этих глубинах, скорее всего, расположена зона сгущения нижних пределов распространения сублиторально-батиальных видов. В то же время абиссальная фауна Японского моря существенно отличается по видовому составу от фауны смежных абиссальных районов СЗ Пацифики. То есть абиссальная котловина Японского моря соответствует требованиям биотического подхода для выделения ее в самостоятельное биогеографическое подразделение — «Глубоководную провинцию Японского моря» (рис. 4). Эта



**Рис. 4.** Схематическое изображение мелководных и глубоководных провинций на вертикальном разрезе Японского моря и соседнего абиссального района Тихого океана.

1 — провинции Северной Тихоокеанской сублиторально-батиальной биогеографической области. 2 — глубоководная провинция Японского моря, входящая в состав сублиторально-батиальной Северной Тихоокеанской биогеографической области. 3 — абиссальная провинция, входящая в состав Северо-Восточной Тихоокеанской абиссальной биогеографической области. 4 и 5 — зоны сгущения границ видовых ареалов (биотические границы по вертикали).



провинция относится к Северной Тихоокеанской сублиторально-батиальной биогеографической области в схеме, предложенной Кафановым [26].

Доля псевдоабиссальных видов в абиссальной фауне больше в Японском море, чем в каком-либо другом абиссальном районе Мирового океана. Кроме Японского моря Андрияшев [1] отнес к псевдоабиссали глубоководные котловины Северного Ледовитого океана и Средиземного моря. Многие эврибатные виды Северного Ледовитого океана действительно характеризуются локальным распространением в абиссали [74]. Необычным примером псевдоабиссального вида в Северном Ледовитом океане является широко распространенная в солоновато-водных и пресных водоемах изопода *Saduria entomon*. Этот вид обитает на шельфе от Арктики до Сахалина, Каспийского, Черного и Балтийского морей. На глубинах более 2000 м он встречается только в Арктике. В Северном Ледовитом океане, как и в Японском море, число псевдоабиссальных видов больше среди амфипод, чем среди изопод. Однако псевдоабиссальных видов в Северном Ледовитом океане значительно меньше половины от общего числа абиссальных видов [74]. В отличие от Японского моря, в Северном Ледовитом океане прослеживается не только погружение мелководных видов, но и подъем глубоководных видов [74, 82].

Подавляющее большинство видов макро- и мегафауны, встреченных в абиссали Средиземного моря, одновременно известно из абиссали Атлантики. Например, среди семи видов абиссальных иглокожих Средиземного моря пять известны из абиссали Атлантического океана, один является стенобатным эндемиком, и только морской еж *Brissopsis lyrifera*, обитающий в Средиземном море на глубинах до 2250 м, в Атлантическом океане известен с уверенностью до глубины 1650 м [72]. Имеются также неподтвержденные сообщения о нахождении *B. lyrifera* в Атлантическом океане до глубин 3760 м [76]. Для абиссали Средиземного моря скорее характерна обратная тенденция: многие абиссальные виды Атлантического океана обитают в нем на глубинах менее 2000 м.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность С.А. Евсеенко, И.А. Жиркову, Э.С. Кармовской, А.В. Мартынову, А.Ф. Сажину, К.Е. Санамяну, Н.П. Санамян, В.А. Спиридонову, К.Р. Табачнику за сведения о составе абиссальной фауны Японского моря.

**Источник финансирования.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-04-03481), Программы I.3п фундаментальных исследований Президиума РАН «Мировой океан — многофазность, многомасштабность, многокомпонентность» (проект «Пути формирования и адаптивные стратегии глубоководной фауны») и в рамках государственного задания Минобрнауки России (№ 0149-2019-0009).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрияшев А. П. О некоторых вопросах вертикальной зональности морской донной фауны // Биологические ресурсы Мирового океана. М.: Наука, 1979. С. 117-138.
2. Анненкова Н. П. Фауна Polychaeta северной части Японского моря // Исследования морей СССР. 1937. Т. 23. С. 139-216.
3. Анненкова Н. П. Полихеты северной части Японского моря и их фациальное и вертикальное распределение // Дальневосточный филиал АН СССР. Труды Гидробиологической экспедиции Зоологического института АН СССР 1934 года на Японское море. 1938. Т. 1. С. 81-230.
4. Беляев Г. М., Миронов А. Н. Голотурии семейства Muriotrochidae (Aroda): состав, распространение и происхождение // Труды Института океанологии. 1982. Т. 117. С. 81-120.
5. Бульчева А. И. Амфиподы (Amphipoda) северо-западной части Японского моря // Исследования дальневосточных морей СССР, 1957. Т. 4. С. 85-126.
6. Виноградов Л. Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. 1950. Т. 33. С. 180-356.
7. Виноградов М. Е. Вертикальное распределение океанического зоопланктона. М.: Наука, 1968. 320 с.
8. Виноградов М. Е. Новые данные о количественном распределении планктона в глубинных слоях Японского моря // Океанология. 1973. Т. 13. № 6. С. 1093-1097.
9. Виноградов М. Е., Сажин А. Ф. Вертикальное распределение основных групп зоопланктона в северной части Японского моря // Океанология. 1978. Т. 18. № 2. С. 312-319.
10. Голиков А. Н. Моллюски Vuccinidae Мирового океана // Фауна СССР. Новая серия. 1980. Т. 121. С. 1-508.
11. Головань О. А., Малютин М. В. Равноногие раки (Isopoda) // Биота российских вод Японского моря. 2010. Т. 9. Часть 1. С. 1-357.
12. Гурьянова Е. Ф. К фауне равноногих раков (Isopoda) Тихого океана. П. Новые виды Gnathiidea и Asellota // Исследования морей СССР. 1933. Т. 19. С. 79-91.
13. Гурьянова Е. Ф. Боклопавы морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda, Gammaroidea) // Определитель по фауне СССР. 1951. Т. 41. С. 1-1032.
14. Гурьянова Е. Ф. Боклопавы северной части Тихого океана (Amphipoda, Gammaroidea). I // Определитель по фауне СССР. 1962. Т. 74. С. 1-441.
15. Дерюгин К. М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Записки Императорской Академии

- наукъ. Сер. 8. Физико-математическое отделение. 1915. Т. 34. № 1. С. 1-929.
16. *Дерюгин К. М.* Тихоокеанская экспедиция Госуд. Гидрологического Института 1932 г. // Исследования морей СССР. 1933. Т. 19. С. 5-36.
  17. *Дерюгин К. М.* Зоны и биоценозы залива Петра Великого (Японское море) // Сборник, посвященный научной деятельности Н. М. Книповича (1885-1939). М.-Л.: Пищепромиздат, 1939. С. 11-142.
  18. *Долганов В. Н. Савельев П. А.* О формировании глубоководной ихтиофауны Японского моря // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 163. С. 85-90.
  19. *Дьяконов А. М.* Морские звезды морей СССР // Определители по фауне СССР. 1950. Т. 34. С. 1-212.
  20. *Дьяконов А. М.* Офиуры (змеихвостки) морей СССР // Определители по фауне СССР. 1954. Т. 55. С. 1-136.
  21. *Емельянова Т. А.* Петролого-геохимические критерии эволюции позднемезозойского-кайнозойского вулканизма и геодинамики Японского и Охотского морей. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Владивосток: Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева, 2016. 292 с.
  22. *Жирков И. А.* Полихеты Северного Ледовитого океана. М.: Янус-К, 2001. 632 с.
  23. *Заренков Н. А.* Десятиногие раки (Decapoda) // Тихий океан. Биология Тихого океана. Книга II. Глубоководная донная фауна. Плейстон. М.: Наука, 1969. С. 79-83.
  24. *Кантор Ю. И., Сысоев А. В.* Каталог моллюсков России и сопредельных стран. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 627 с.
  25. *Касаткина А. П.* Уникальная находка глубоководных шетинкочелюстных (*Chaetognatha*, *Krohnitellidae* *Bieri*, 1991, *Prakrohnitella malyutinae* sp.n., gen.n.) в юго-восточной части залива Петра Великого Японского моря // Зоологический журнал. 2017. Т. 96. № 9. С. 1054-1059.
  26. *Кафанов А. И.* Двустворчатые моллюски и фаунистическая биогеография северной Пацифики. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 196 с.
  27. *Кобякова З. И.* Зоогеографический обзор фауны Decapoda Охотского и Японского морей // Труды Ленинградского Общества естествоиспытателей. 1936. Т. 65. № 2. С. 185-228.
  28. *Кобякова З. И.* Десятиногие раки (Decapoda) Охотского и Японского морей // Ученые Записки Ленинградского университета. 1937. № 15. С. 93-95.
  29. *Кудинова-Пастернак Р. К.* Tanaidacea (Crustacea, Malacostraca) Японского моря // Зоологический журнал. 1984. Т. 63. № 6. С. 828-838.
  30. *Кусакин О. Г.* Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные (Isopoda) холодных и умеренных вод Северного пролушария. I. Подотряд Asellota. Часть 3 // Определители по фауне СССР. 2003. Т. 171. С. 1-381.
  31. *Лаврентьева А. В.* Фауна и распределение глубоководных кумовых раков (Crustacea: Cumacea) в некоторых районах северо-западной части Тихого океана. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Владивосток: Институт биологии моря, 2016. 209 с.
  32. *Левенштейн Р. Я., Пастернак Ф. А.* Изучение донной фауны Японского моря в 52-м рейсе «Витязя» // Океанология. 1973. Т. 13. № 6. С. 1098-1103.
  33. *Литвинова Н. М.* Каталог офиур (Echinodermata, Ophiuroidea) Мирового океана из коллекции Лаборатории донной фауны океана Института океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук. М.: ЛЕНАНД, 2010. 71 с.
  34. *Мазарович А. О.* Строение дна Мирового океана и окраинных морей России. М.: ГЕОС, 2006. 192 с.
  35. *Мокиевский О. Б.* Количественное распределение глубоководной донной фауны Японского моря // Труды Института океанологии. 1954. Т. 8. С. 147-163.
  36. *Мурина Г.-В. В.* Морские черви сипункулиды арктических и boreальных вод Евразии // Определители по фауне СССР. 1977. Т. 111. С. 1-283.
  37. *Парин Н. В., Евсеев С. А., Васильева Е. Д.* Рыбы морей России: аннотированный каталог. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 733 с.
  38. *Пастернак Ф. А., Левенштейн Р. Я.* Новые данные о закономерностях распределения глубоководной донной фауны Японского моря // Океанология. 1978. Т. 18. № 5. С. 903-908.
  39. *Попов А. М.* К ихтиофауне Японского моря // Исследования морей СССР. 1933. Вып. 19. С. 139-155.
  40. *Редикорцев В.* Асцидии дальневосточных морей СССР // Исследования дальневосточных морей СССР. 1941. № 1. С. 164-212.
  41. *Рогинская И. С.* Первые глубоководные находки и расширение ареала *Coryphella stimpsoni* (Verrill) (Gastropoda, Nudibranchia) // Труды Института океанологии. 1978. Т. 113. С. 169-177.
  42. *Сагайдачный А. В., Чистиков С. Д.* Исследование зообентоса Берингова моря. Глава 6. Некоторые данные о зообентосе Берингова моря // Всесторонний анализ экосистемы Берингова моря / Ред. Израэль Ю. А., Цыбань А. В. Л.: Гидрометеиздат, 1987. С. 193-217.
  43. *Скарлато О. А.* Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана // Определители по фауне СССР. 1981. Т. 126. С. 1-480.
  44. *Соколов В. И.* Замечания о распространении и морфологической изменчивости пяти видов рода *Argis* (Crustacea, Decapoda, Crangonidae) в Охотском и Японском морях // Зоологический журнал. 2001. Т. 80. № 9. С. 1050-1065.
  45. *Степанов В. Г., Панина Е. Г.* Распределение, размерный состав и некоторые морфологические характеристики *Prototrochus minutus* (Östergren, 1905) (Apodida: Mugirotrochina: Mugirotrochidae) западной части Японского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XIII международной научной конференции. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. С. 292-296.
  46. *Табачник К. Р.* Шестилучевые губки Японского моря с описанием нового вида рода *Scyphidium* // Зоологический журнал. 1991. Т. 70. № 2. С. 129-131.
  47. *Ушаков П. В.* Фауна Охотского моря и условия ее существования. Л., Изд-во АН СССР, 1953. 459 с.
  48. *Ушаков П. В.* Многочетинковые черви дальневосточных морей СССР (Polychaeta) // Определители по фауне СССР. 1955. Т. 56. С. 1-446.

49. Ушаков П. В. Донная фауна дальневосточных морей, ее состав и закономерности распределения // Сборник докладов на II Пленуме по рыбохозяйственному исследованию западной части Тихого океана. 1957. М.: Пищепромиздат, 1962. С. 73-82.
50. Царева А., Василенко С. В., Чернышев А. В. Кумовые раки // Биота российских вод Японского моря. 2013. Т. 10. С. 1-275.
51. Alalykina I. Preliminary data on the composition and distribution of polychaetes in the deep-water areas of the north-western part of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 164-171.
52. Andriashev A. P. Some additions to schemes of the vertical zonation of marine bottom fauna // Adaptations within Antarctic ecosystems. Proc. 3d SCAR Symposium on Antarctic biology. Washington, D. C.: Smithsonian Institution, 1977. P. 351-360.
53. Błażewicz-Paszkowycz M., Bamber R. N., Józwiak P. Tanaidaceans (Crustacea: Peracarida) from the SoJaBio joint expedition in slope and deeper waters in the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 181-213.
54. Brandt A., Elsner N., Brenke N. et al. Epifauna of the Sea of Japan collected via a new epibenthic sledge equipped with camera and environmental sensor systems // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 43-55.
55. Bulycheva A. New species of Amphipoda from the Japan Sea // Annals and Magazine of Natural History. 1936. V. 4. P. 242-256.
56. Chaban E. M., Chernyshev A. V. New and little-known shell-bearing heterobranch mollusks (Heterobranchia: Aplustridae and Cephalaspidea) from the bathyal zone of the northwestern part of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 156-163.
57. Chernyshev A. V. Two new species of deep-sea nemerteans from the SoJaBio expedition in the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 148-155.
58. Elsner N. O., Golovan O. A., Malyutina M. V., Brandt A. Alone in the dark: Distribution, population structure and reproductive mode of the dominant isopod *Eurycope spinifrons* Gurjanova, 1933 (Isopoda: Asellota: Munnopsidae) from bathyal and abyssal depths of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 103-110.
59. Golovan O. A., Malyutina M. V. Isopoda // Biota of the Russian waters of the Sea of Japan. 2010. V. 9 (1). P. 1-357.
60. Golovan O. A., Błażewicz-Paszkowycz M., Brandt A. et al. Diversity and distribution of peracarid crustaceans (Malacostraca) from the continental slope and the deep-sea basin of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 66-78.
61. Grischenko A. V. First record of a bathyal bryozoan fauna from the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 172-180.
62. Jansen T. A taxonomic revision of *Westwoodilla* Bate, 1862 (Crustacea: Amphipoda), including descriptions of two new species // Steenstrupia. 2002. V. 27. № 1. P. 83-136.
63. Kamenev G. M. Species composition and distribution of bivalves in bathyal and abyssal depths of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 124-139.
64. Kim K.-R., Lee S. H., Park K.-A. et al. General Introduction // Oceanography of the East Sea (Japan Sea). Switzerland: Springer International Publishing, 2016. P. 1-32.
65. Kitamura A. Paleooceanographic Changes of the Sea of Japan During 3.5-0.8 Ma // The Origin and Evolution of Natural Diversity. Proceedings of International Symposium 1-5 October 2007. Sapporo, 2008. P. 187-194.
66. Komatsu H. Deep-sea Decapod Crustaceans from off the Japanese Coast of the Sea of Japan // National Museum of Nature and Science Monographs. 2014. V. 44. P. 177-203.
67. Korshunova T., Martynov A., Bakken T. et al. Polyphyly of the traditional family Flabellinidae affects a major group of Nudibranchia: aeolidacean taxonomic reassessment with descriptions of several new families, genera, and species (Mollusca, Gastropoda) // ZooKeys. 2017. V. 717. P. 1-139.
68. Malyutina M. V., Brandt A. Introduction to SoJaBio (Sea of Japan Biodiversity Studies) // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 1-9.
69. Malyutina M. V., Golovan O. A., Elsner N. O. Description of *Baeonectes brandtae* sp. nov. and redescription of *Eurycope spinifrons* Gurjanova, 1933 (Crustacea, Isopoda, Munnopsidae) from the deep-sea basin of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 79-102.
70. Martynov A. V. Morphology, taxonomic status and distribution of the opisthobranch mollusc *Coryphella* (s.l.) *japonica* from the central deep water basin of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. II. 2013. V. 86-87. P. 111-118.
71. Martynov A. V., Roginskaya I. S. A new species of the genus *Doridunculus* G. O. Sars, 1878 (Mollusca, Nudibranchia): a hydroid-feeding dorid from the abyssal depths of the Sea of Japan // Ruthenica. 2005. V. 14. № 2. P. 135-145.
72. Mecho A., Billett D. S. M., Ramírez-Llodra E. et al. First records, rediscovery and compilation of deep-sea echinoderms in the middle and lower continental slope of the Mediterranean Sea // Scientia Marina. 2014. V. 78. № 2. P. 281-302.
73. Mironov A. N. Biotic complexes of the Arctic Ocean // Invertebrate Zoology. 2013. V. 10. № 1. P. 3-48.
74. Mironov A. N., Dilman A. B., Krylova E. M. Global distribution patterns of genera occurring in the Arctic Ocean deeper 2000 m // Invertebrate Zoology. 2013. V. 10. № 1. P. 167-194.
75. Mironov A. N., Minin K. V., Dilman A. B., Smirnov I. A. Deep-sea echinoderms of the Sea of Okhotsk. Deep-Sea Res. Part II. 2018. V. 154. P. 342-357.
76. Mortensen T. A monograph of the Echinoidea. Vol. 5. Part 2. Spatangoida II. Copenhagen: Reitzel. 1951. 593 p.
77. Nishikawa T. The ascidians of the Japan Sea. 3 // Publication of the Seto Marine Biological Laboratory. 1992. V. 35. № 6. P. 303-334.
78. Nishimura S. The Zoogeographical Aspects of the Japan Sea. Part IV // Seto Marine Biological Laboratory. 1968. V. 15. P. 329-352.
79. Oba T., Kato M., Kitazato H. et al. Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years // Paleooceanography. 1991. V. 6, № 4. P. 499-518.
80. Petryashov V. V. Order Mysidacea // Biota of the Russian waters of the Sea of Japan. 2007. V. 1 (2). P. 42-80.
81. Pettibone M. H. Marine polychaete worms from Point Barrow, Alaska, with additional records from the North Atlantic and North Pacific // Proceedings of the United States National Museum. 1954. V. 103. № 3324. № 3. P. 223-356.
82. Rogacheva A. V., Mironov A. N., Minin K. V., Gebruk A. V. Morphological evidence of depth-related speciation in deep-sea Arctic echinoderms // Invertebrate Zoology. 2013. V. 10. № 1. P. 143-166.

83. *Sanamyan K., Sanamyan N.* Deep-water Ascidiacea from the Sea of Japan // *Zootaxa*. 2012. V. 3245. P. 63-68.
84. *Sanamyan N., Sanamyan K.* *Edwardsia sojabio* sp. n. (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria: Edwardsiidae), a new abyssal sea anemone from the Sea of Japan // *Deep-Sea Res. II*. 2013. V. 86-87. P. 225-230.
85. *Shin H. C., Koh C.-H.* Distribution and abundance of ophiuroids on the continental shelf and slope of the East Sea (southwestern Sea of Japan), Korea // *Marine Biology*. 1993. V. 115. P. 393-399.
86. *Sirenko B. I. (ed.)*. Check list of species of free-living invertebrates of the Russian Far Eastern seas // *Exploration of the fauna of the seas*. V. 75 (83). P. 1-265.
87. *Stepanjants S. D.* Deep-water Hydrozoa (Cnidaria: Medusozoa) in the Sea of Japan, collected during the 51st Cruise of R/V *Akademik M. A. Lavrentyev*, with description *Opercularella angelikae*, sp. nov. // *Deep-Sea Res. II*. 2013. V. 86-87. P. 231-237.
88. *Tyler P. A.* Deep-sea eukaryote ecology of the semi-isolated basins off Japan // *Journal of Oceanography*. 2002. V. 58. P. 333-342.
89. WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2017-01-25. doi:10.14284/170.
90. *Zenkevitch L. A.* Biology of the seas of the U.S.S.R. London: George Allen & Unwin LTD, 1963. 955 p.

## SUBMERGENCE OF THE SUBLITTORAL-BATHYAL SPECIES INTO THE ABYSSAL ZONE OF THE SEA OF JAPAN

© 2019 A. N. Mironov<sup>1\*</sup>, A. B. Dilman<sup>1</sup>, K. V. Minin<sup>1</sup>, M. V. Malyutina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*  
\*e-mail: miron@ocean.ru

Received February 06, 2017

Revised version received May 07, 2019

After revision June 18, 2019

The bathymetric ranges of the same deep-sea (>2000 m) species in the Sea of Japan and outside it are compared. Among 85 deep-sea species of the Sea of Japan mega- and macrofauna, 25 species are known outside the sea at the depths greater than 2000 m and 45 species are known outside the sea only from the sublittoral and bathyal (<2000 m). Remaining 14 species are endemic to the Sea of Japan. The species of the first group, together with eurybathic Sea of Japan endemics (8 species) are classified as pseudoabyssal. The term “pseudoabyssal species” is used here for eurybathic (sublittoral-abyssal or bathyal-abyssal) species, the distribution of which is restricted to a relatively small area in the abyssal, in present case, to the abyssal within the Sea of Japan. The share of pseudoabyssal species in the abyssal basin of the Sea of Japan (64%) is larger than in any other abyssal region. It is suggested that the large share of pseudoabyssal species is the result of local submergence of the sublittoral-bathyal fauna into the abyssal zone of the Sea of Japan. The abyssal basin of the Sea of Japan is distinguished as a biogeographic province within the abyssal biotic zone.

**Keywords:** deep-sea, pseudoabyssal, species range, submergence, biogeographical province, endemic