

ГОЛОВАНЬ Ольга Анатольевна

**ФАУНА РАВНОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ (ISOPODA) СЕВЕРО-
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

03.00.18 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук



Владивосток

2008

Работа выполнена в Лаборатории хронологии Института биологии моря имени А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук

Научный руководитель

кандидат биологических наук,
доцент
Малютина Марина Валентиновна

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Звягинцев Александр Юрьевич

кандидат биологических наук,
Будникова Людмила Леонидовна

Ведущая организация

Зоологический институт РАН

Защита состоится “16” октября 2008 г. в “10” часов на заседании диссертационного совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17. Телефон: (4232) 310-905; факс: (4232) 310-900; E-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан “3” сентября 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Е.Е. Костина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Равноногие ракообразные (Isopoda) – один из наиболее высоко специализированных, разнообразных и многочисленных отрядов высших ракообразных надотряда Peracarida, к которому в настоящее время относят более 10 000 видов. В Мировом океане изоподы распространены повсеместно и являются обычным и часто массовым компонентом практически всех донных биоценозов. Практическое значение изопод несомненно, но и не однозначно. Они занимают существенное место в рационе многих бентосоядных рыб и промысловых беспозвоночных; с другой стороны, виды, паразитирующие на рыбах и ракообразных, способны существенно влиять на численность популяции хозяина и причиняют немалый ущерб морскому промысловому хозяйству. Равноногие интересны не только с практической, но и с теоретической точки зрения. Это процветающая, активно эволюционирующая группа, представители которой сумели специализироваться в различных направлениях и освоить все среды обитания, чего не смогли достичь никакие другие ракообразные.

Несмотря на давнее внимание к этому отряду специалистов разных стран, мировая фауна изопод изучена далеко не полно и крайне неравномерно. Фауна равноногих Японского моря, по литературным данным, представлена примерно двумя сотнями видов (Kensley et al., 2004; Saito et al., 2000). Значительная часть сведений относится к фауне япономорского побережья Японии и Южной Кореи и представлена, в основном, видовыми списками локальных акваторий и разрозненными описаниями новых видов. Для российских вод Японского моря ранее было известно 73 вида изопод. До настоящего времени обобщающих работ по фауне, хорологии и биогеографии изопод этого района не было и, тем более, не было попыток подготовить более широкую сводку, которая охватила бы и сопредельные акватории. Между тем необходимость в такой обобщающей работе очевидна. Большой пласт накопленных сведений требует систематизации, а списки и описания видов, опубликованные, в основном, в региональных изданиях, зачастую трудно доступны, особенно неспециалистам по группе. Представленные в литературе описания видов часто недостаточно полные и неполно иллюстрированные, что затрудняет видовую идентификацию.

С другой стороны, структура и особенности формирования фауны Японского моря – изолированного глубоководного бассейна, обладающего уникальной гидрологией и расположенного на стыке бореальной и субтропической зон, представляют большой интерес. В частности, до сих пор нет единого мнения по поводу биогеографического членения этой акватории, а изоподы, в силу своей широкой распространенности, фаунистического и экологического разнообразия и малой вагильности, могли бы послужить удачным модельным объектом для решения ряда вопросов биогеографического характера.

Цель и задачи работы. Целью работы явилось изучение состава и закономерностей формирования фауны, распространения и особенностей экологии изопод северо-западной части Японского моря. В задачи входило:

1. Выяснить видовой состав и таксономическую структуру фауны изопод северо-западной части Японского моря на основании изучения всех имеющихся сборов и литературы по изоподам Японского моря и сопредельных акваторий.

2. Изучить особенности распределения по глубинам и грунтам и географического распространения изопод района исследования.

3. Провести биогеографический анализ фауны изопод района исследования.

4. Сравнить фауну изопод северо-западной части Японского моря с фаунами других сопредельных районов Тихоокеанской бореальной и Индо-Вестпацифической областей, проследить пути формирования фауны северо-западной части Японского моря.

5. Составить определительные таблицы изопод российских вод Японского моря.

Положения, выносимые на защиту.

1. В пределах рассматриваемой акватории выделяются пять выраженных фаунистических единиц, границы которых определяются особенностями гидрологии, обусловленными крупномасштабными циркуляциями.

2. Формирование и развитие фауны изопод северо-западной части Японского моря происходило под влиянием крупнейших древних центров видообразования в Индо-Вестпацифике и в северной части Тихого океана, а также более молодых курильского, западнокамчатского и ламутского центров.

Научная новизна. В основе работы лежит первая общая сводка по фауне равноногих ракообразных Японского моря и сопредельных акваторий: Охотского моря и тихоокеанского побережья Японии и Курильских о-вов, включающая данные о 506 видах. Для каждого вида приведены сведения о распространении, зонально-географической принадлежности, глубине обитания, экологии. Впервые приведены полные данные по паразитическим изоподам (с указанием видов хозяев), не учитывавшимся в существующих фаунистических сводках.

Впервые проведен анализ таксономического и зонально-географического состава, батиметрического и широтного распределения свободноживущих и паразитических изопод северо-западной части Японского моря (90 видов). Впервые для данной акватории указывается 13 видов, 6 родов и 2 семейства равноногих ракообразных. Описаны два новых для науки вида, 2 вида сведены в синоним, уточнено ошибочное таксономическое положение 2 видов, обоснован их новый статус.

Впервые на примере бентосной группы беспозвоночных показано существование в пределах бореальных вод Японского моря пяти выраженных фаунистических единиц, совпадающих с выделенными ранее ихтиофаунистическими провинциями (Kafanov et al., 2001).

Впервые рассмотрена роль различных центров видообразования в формировании фауны изопод бореальной части Японского моря и отдельных фаунистических районов в пределах этой акватории.

Теоретическая и практическая значимость. На примере равноногих ракообразных дополнены представления о происхождении и путях формирования фауны Японского моря и фаунистическом районировании его бореальной части. Систематизированные и обобщенные сведения по фауне изопод Японского моря

и сопредельных акваторий представлены в виде сводки и доступны для использования, в том числе неспециалистам по группе. Подготовлены определительные таблицы для видов и надвидовых таксонов свободноживущих и паразитических изопод российских вод Японского моря.

Апробация работы. Основные результаты исследования были представлены на V Региональной конференции по актуальным проблемам морской биологии, экологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых Дальнего Востока России (Владивосток, 2002); VIII дальневосточной молодежной школе-конференции по актуальным проблемам химии и биологии (Владивосток, 2004); III Международной научной конференции «Рыбохозяйственные исследования Мирового океана» (Владивосток, 2005); Workshop on CeDAMar Isopoda (Wilhelmshaven, Germany, 2007); German-Russian Workshop «Future Visions», ANDEEP-SYSTCO (SYSTem COupling) in the South Atlantic Ocean on the Functional Biodiversity and Ecology of Abyssal Key Species with focus on the Isopoda (Crustacea: Malacostraca) (Владивосток, 2007); а также на ежегодных научных конференциях Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН (Владивосток, 2002-2007).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ (3 печатных статьи и 3 тезисов).

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 226 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, списка литературы, включающего 475 источников, из которых 347 иностранные. Текст иллюстрирован 3 таблицами и 46 рисунками. Приложение на 84 страницах включает аннотированный список видов с определительными ключами, одну таблицу и 16 рисунков.

При подготовке работы огромное значение для меня имела возможность работать с коллекциями Музея Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург); я искренне благодарна за это, а также за поддержку и ценные советы сотрудникам Лаборатории морских исследований ЗИН РАН В.В. Петряшеву и С.В. Василенко. Я глубоко признательна Л.Л. Будниковой (Сектор бентоса ТИПРО-центра, г. Владивосток), Т.А. Белан (ДВНИГМИ, г. Владивосток), сотрудникам Института океанологии им. П.П. Ширшова (г. Москва) и ИБМ ДВО РАН – В.В. Ивину, И.А. Кашину, Д.А. Некрасову, А.С. Соколовскому, Л.С. Белогуровой, А.В. Чернышеву за предоставленный материал. Работа в настоящем виде не была бы возможна без участия В.В. Ивина, оказавшего помощь в статистической обработке данных и предоставившего возможность использования статистического пакета PRIMER, за что я хотела бы выразить огромную признательность. Я хотела бы выразить благодарность М.Б. Ивановой, Г.М. Каменеву, В.Г. Чавтуру за ценные замечания и конструктивную критику, а также всем, чья помощь и поддержка способствовали появлению этой рукописи.

Работа выполнена в рамках госбюджетной 5-тилетней темы «Равноногие ракообразные холодных и умеренных вод Мирового океана» (№ 0120013214); а также при финансовой поддержке гранта «Биота российских вод Японского моря» (Госбюджет ДВО-1 № 01200608614), гранта ДВО РАН 2003 для молодых ученых «Фауна и экология равноногих ракообразных мелководных бухт северо-западной части Японского моря» и гранта ДВО-1 №

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

1.1. История изучения фауны равноногих ракообразных Японского моря и сопредельных акваторий. Рассмотрена история изучения фауны изопод указанных акваторий, начиная с первых сведений о представителях отряда в работах Дж. Брандт, Я. Шёдте и Ф. Мейнерта (Brandt, 1851; Schioedte, Meinert, 1879; 1884). Приведены сведения об основных этапах гидробиологической экспедиционной деятельности в районе исследования, в ходе которой был собран и накоплен фаунистический материал по Isopoda.

1.2. Физико-географическая характеристика района исследований. Приведены сведения о морфометрии, рельефе дна, характере береговой линии и донных отложений, температурном режиме Японского моря. Основное внимание уделено особенностям гидрологии: приведены схемы горизонтальных и вертикальных циркуляций, охарактеризованы водные массы и структура вод моря.

1.3. Биогеографическое положение района исследований. Рассмотрено биогеографическое положение района исследования и сопредельных акваторий. Северо-западная часть Японского моря в большинстве работ отнесена к единой для приазиатских низкобореальных вод провинции или подобласти, в целом соответствующей Маньчжурской провинции Э. Форбса. Реже в ее пределах выделялись две провинции, в этом случае шельф южного Приморья до м. Поворотный и южная оконечность Сахалина с о. Монерон оказывались отделены от лежащих к северу акваторий (Гурьянова 1972; Кафанов, 1991). Позже А.И. Кафановым с коллегами (Kafanov et al., 2000; 2001 и др.) по распространению ихтиофауны в пределах Японского моря выделены 10 фаунистических провинций, в том числе 5 провинций – в северо-западной его части.

Глава 2. Материал и методика

При подготовке работы были изучены коллекции изопод северо-западной части Японского моря и сопредельных акваторий, хранящиеся в музеях ЗИН РАН и ИБМ ДВО РАН, в том числе типовой материал. Определен и изучен неидентифицированный материал из коллекций Лаб. хорологии ИБМ, собранный в 1956-2008 гг. на литорали и в сублиторали района исследования; сборы экспедиции 1996 г. НИС «Профессор Кагановский» из нижней сублиторали и верхней батииали района исследования; экспедиции «Туманган» 1997 г.; 18 рейса НИС «Академик Опарин»; 52 и 59 рейсов НИС «Витязь» (1972 и 1976 гг.) из батииали северо-западной части Японского моря, а также сборы Isopoda из различных районов северо-западной части Японского моря, Амурского лимана, Сахалинского зал. и юго-восточного побережья о. Сахалин, выполненные в период с 2001 по 2007 гг. и предоставленные для определения сотрудниками сектора бентоса ТИПРО-центра (г. Владивосток), ДВНИГМИ (г. Владивосток), ИБМ ДВО РАН. Всего изучено более 1100 проб (около 8000 экземпляров изопод), в том числе определено и изучено более 300 проб (более 2500 экземпляров) нового материала. Определенный материал, за исключением типового, хранится в

лаборатории хронологии ИБМ ДВО РАН. Типы новых видов, описанных в ходе настоящей работы, переданы в музей ИБМ.

Материал исследовался на стереомикроскопах МБС 10, Olympus SZX7 и LABOVAL 4. Рисунки выполнены с использованием стереомикроскопов LABOVAL 4 и Olympus SZX7, оснащенных рисовальными насадками Ломо РА-7У 4.2 и SZX-DA, по методике Geiger (2004).

На основании литературных и оригинальных данных подготовлен общий список фауны изопод Японского моря и сопредельных акваторий – Охотского моря, прибрежных вод Курильских о-вов, обоих побережий Японии и южной Кореи, включая паразитические подотряды Epcaridea и Gnathiidea и супралиторально-литоральную фауну наземного подотряда Oniscidea (506 видов). Данные по распространению видов визуализированы в картографической системе Serfer 7 (рис.1).

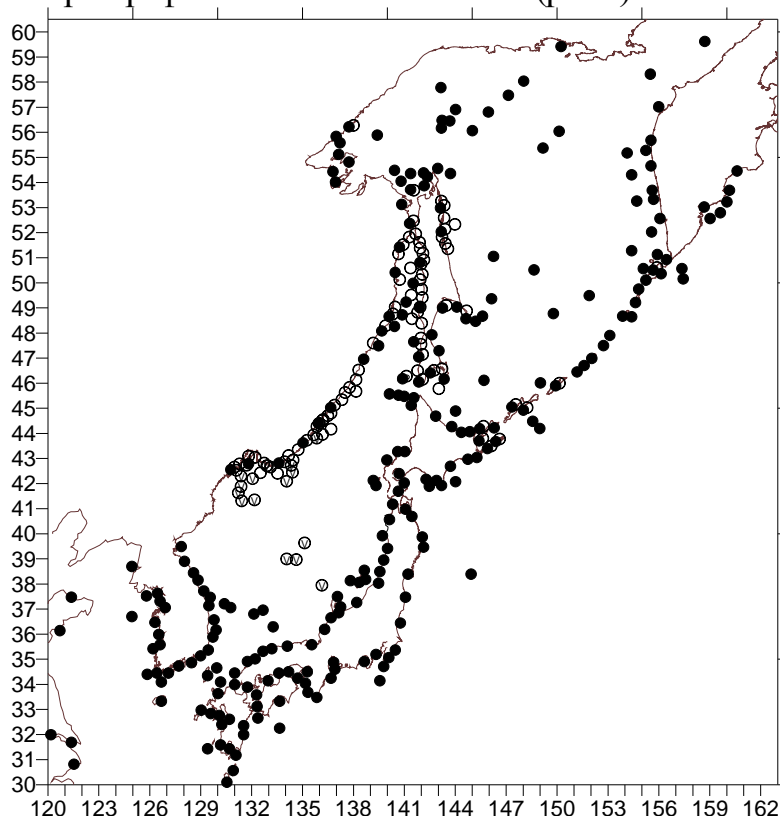


Рис 1. Карта-схема района исследования и сопредельных акваторий с отмеченными местонахождениями изопод: ● – по литературным данным; ○ – по оригинальным данным, в том числе: ⊕ – глубоководные станции НИС «Витязь», на которых были обнаружены изоподы.

Сравнение видовых списков различных районов и батиметрических зон осуществлялось методами иерархического кластерного анализа с использованием статистического пакета PRIMER v5 (Clarke, Gorley, 2001; Clarke, Warwick, 2001). При расчетах использовался коэффициент сходства Брея-Кертиса (Bray, Curtis, 1957): $I_{BC} = [2 \sum \min(y_{ij}, y_{ik})] / [\sum (y_{ij} + y_{ik})] * 100\%$, где y_{ij} – присутствие вида i в районе или диапазоне j ; y_{ik} – присутствие вида i в районе или диапазоне k ; n – число видов. Построение дендрограмм осуществлялось методом средней связи (UNEP, 1995). Кластеры с уровнем сходства не менее 30% относили к одному таксоцену. Значимость различий выделенных кластеров подтверждена глобальной R-статистикой

непараметрического однофакторного дисперсионного анализа ANOSIM (Clarke, 1993; Clarke, Warwick, 2001).

Для количественной оценки степени сходства фаунистических районов исследуемой акватории, их видовые списки сравнивались с использованием коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского (Андреев, 1980), имеющего вид: $K_S = 2N_{A+B} / (N_A + N_B)$, где N_A и N_B – число видов в районе А и В, соответственно; N_{A+B} – число общих для обоих районов видов.

Глава 3. Характеристика фауны изопод северо-западной части Японского моря

3.1. Анализ таксономического состава. Рассмотрен таксономический состав фауны, систематика и экология надвидовых таксонов изопод района исследования. Аннотированный список видов и определительные ключи для видов и надвидовых таксонов приведены в приложении. На сегодняшний день в составе фауны равноногих северо-западной части Японского моря достоверно известно 90 видов, принадлежащих к 50 родам, 24 семействам и 7 подотрядам. 13 видов из данного перечня впервые обнаружены в исследуемой акватории. 9 из них оказались новыми для моря: *Limnoria emarginata* Kussakin et Malyutina, *Synidotea bicuspidata* (Owen), *S. cinerea* Gurjanova, *Pleuroprion toporoki* Kussakin, *Munna serrata* Kussakin, *Desmosoma lobipes* Kussakin, *Eugerdia fragilis* Kussakin, *Armadilloniscus ellipticus* (Harger), *Liriopsis pygmaea* (Rathke), 2 – новыми для науки: *Mirabilicoxa kussakini* Golovan, *Gnathia gurjanovae* Golovan. Впервые для района исследования указываются 6 родов: *Pleuroprion*, *Desmosoma*, *Eugerdia*, *Mirabilicoxa*, *Armadilloniscus*, *Liriopsis* и 2 семейства: Antarcticuridae, Liriopsidae. Эти таксоны, за исключением рода *Armadilloniscus*, одновременно являются новыми для моря.

Сообщения о нахождении в северо-западной части Японского моря видов *Rocinela japonica* Richardson (Flabellifera: Aegidae) (Гурьянова, 1936; Кусакин, 1979) и *Gnathia tuberculata* Richardson (Gnathiidea) (Гурьянова, 1936) не подтвердились. Весь материал, определенный Е.Ф. Гурьяновой как *R. japonica* (3 пробы, 8 экземпляров из коллекций ЗИН) в действительности относится к обычному и массовому виду *R. maculata* Schioedte et Meinert. Весьма вероятно, что речь идет о младшем синониме *R. maculata*: в крайне неполном описании Х. Ричардсон (Richardson, 1898), воспроизведенном в работах Е.Ф. Гурьяновой и О.Г. Кусакина не указано ни одной апоморфии, отличающей *R. japonica* от *R. maculata*. Экземпляр из зал. Петра Великого, определенный Е.Ф. Гурьяновой как *Gnathia tuberculata* Richardson, в действительности принадлежит *G. schmidti* Gurjanova. Вид *G. rectifrons* Gurjanova сведен в младший синоним *Caecognathia elongata* (Kroyer). Вид *Ilyarachna starokadomskii* Gurjanova (Asellota: Munnopsidae) сведен в младший синоним *I. zachsi* Gurjanova (Golovan, Malyutina, 2006). Два других вида муннопсид (Asellota: Munnopsidae), *Euryscope pavlenkoi* Gurjanova из северо-западной части Японского моря и *E. ochotensis* Kussakin из Охотского моря, перенесены в другой род подсемейства Euryscopinae, *Baeonectes* Wilson. Род впервые указывается для Японского моря.

Основу фауны изопод района исследования составляют представители трех

подотрядов: Flabellifera, Valvifera и Asellota, на долю которых в сумме приходится 78.9% от общего числа видов (26.7%, 26.7% и 25.6%, соответственно); в их составе, соответственно, преобладают представители мелководных семейств: преимущественно фитофильные Sphaeromatidae (10.0%) и Idoteidae (15.6%) и обычные в сообществах губок, мшанок и гидроидов Janiridae (10.0%). Доли оставшихся подотрядов: 8.9% – Epicaridea, по 5.6% – Oniscidea, и Gnathiidea и 1.1% – Anthuridea. В нижней сублиторали доминируют семейства арктуроидной линии Valvifera – Arcturidae, Antarcturidae (в сумме – 8.9% видов), представляющие специализированную группу фильтраторов-сестонофагов. Основу населения батии и абиссали составляют глубоководные семейства азеллот Desmosomatidae (4.4%) и Munnopsidae (5.6%).

3.2. Биогеографическая структура фауны. Анализ распределения видов изопод района исследования позволяет выделить следующие группы ареалов:

I. Бореально-арктические виды (6 видов);

II. Бореальные виды (52):

1) Амфибореальные (3);

Эндемы Тихоокеанской бореальной области:

2) Тихоокеанские широкобореальные (8);

3) Тихоокеанские высокобореальные (1);

4) Западнотихоокеанские широкобореальные (9): а) общие с Камчатской провинцией (2); б) общие с Курильской подпровинцией (6); в) общие с Ламутским округом (1);

5) Западнотихоокеанские высокобореальные (8): а) общие с Камчатской провинцией (1); б) общие с шельфом западной Камчатки (1); в) распространенные во всей Охотской провинции и встречающиеся у юго-западного Сахалина (2); г) общие с Ламутским округом (4);

6) Западнотихоокеанские низкобореальные (23): а) широко распространенные во всей низкобореальной зоне (3); б) общие с юго-восточным Сахалином (3); в) общие с южными Курильскими о-вами (9); г) встречающиеся в северо-восточной части Японского моря от о. Садо до о. Монерон (1); д) в Японском море у южного Приморья и северной Японии (2); е) ограниченные северо-западной частью Японского моря (5);

III. Субтропическо-бореальные виды и субтропические виды, заходящие в бореальные воды (14):

А. Распространенные преимущественно в бореальных водах, но также заходящие в субтропические (2):

1) западнотихоокеанские субтропическо-низкобореальные (2);

Б. Распространенные преимущественно в субтропических водах, но заходящие в бореальные (12):

1) Тихоокеанские субтропические, заходящие в низкобореальные воды (2);

2) Западнотихоокеанские субтропические, заходящие в низкобореальные воды (10);

IV. Тропическо-субтропические (4):

1) Циркумтропические тропическо-субтропические (1);

2) Западнотихоокеанские тропическо-субтропические (3);

V. Космополиты (1);

- VI. Условные эндемы различных районов северо-западной части Японского моря (5);
 VII. Дальневосточные олигогалинные (1);
 VIII. Западнотихоокеанские глубоководные батимальные и нижнесублиторально-батимальные виды (7).

Основу фауны составляют бореальные виды (59.1% списка), среди которых преобладают относительно теплолюбивые низкобореальные (26.1%) и более эвритермные широкобореальные и амфибореальные виды (22.7%). В основном, это эндемы Тихоокеанской бореальной области (55.7%), среди которых преобладают западнотихоокеанские виды (45.5%). Доля термотропных тропическо-субтропических (4.5%), субтропических и субтропическо-низкобореальных видов (15.9%) – в сумме 20.4%. На долю бореально-арктических видов приходится 6.8%, западнотихоокеанских глубоководных – 8%, эндемичных (и условно эндемичных) видов – 5.7% фауны.

3.3. Вертикальное распределение видового состава. В предшествующих работах, содержащих анализ пространственной структуры шельфовых фаун различных групп животных района исследования (Кусакин, Ростомов, 1982; Ромейко, 1985; Будникова, 1989; Чаплыгина, 1995; и др.), сначала выделялись фаунистические районы в зоне шельфа (обычно условно от 0 до 200 м), в пределах которых затем характеризовались изменения фауны с глубиной. В настоящей работе предпринята попытка анализа изменения фауны в широтном направлении в пределах естественных батиметрических зон. Для выделения зон рассмотрены количественные изменения видового богатства и качественные изменения состава таксоцены изопод с глубиной. Приведена характеристика таксономического и зонально-географического состава фауны каждой из зон.

Количественные изменения видового богатства. Наибольшее видовое богатство наблюдается на мелководье и резко уменьшается с глубиной (рис 2). Зоной шельфа ограничивается распространение 63 видов (70.0% списка). 33 вида (36.67% фауны) не опускаются глубже 20-25 м. Выраженные синператы наблюдаются на литорали и на глубине около 5-10 м, менее отчетливые – на 60 и 100-120 м, затем на 550 м.

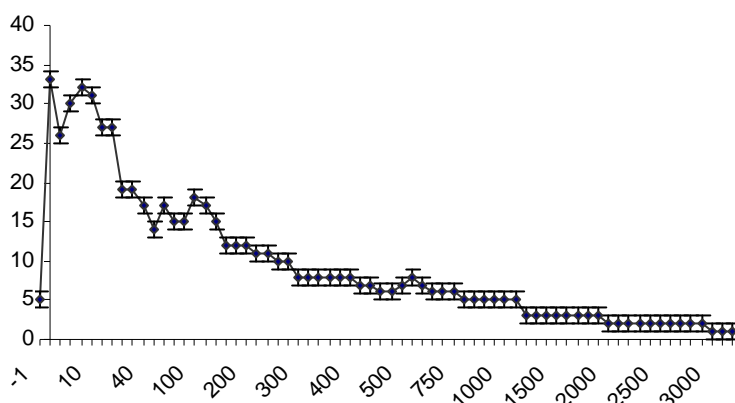


Рис 2. Вертикальное изменение видового богатства изопод северо-западной части Японского моря. По оси абсцисс – глубины, м (–1-0 – супралитораль); по оси ординат – число видов. Вертикальные линии – стандартное отклонение.

Качественные изменения состава таксоцены оценивались методами иерархического кластерного анализа. На основе анализа сходства видового состава

68 условных диапазонов глубин, на уровне сходства 30% выделяются следующие батиметрические зоны: супралитораль и три зоны ниже нуля глубин: I) 0-25 м; II) 25-280 м; III) более 280 м. Значимость различий выделенных зон подтверждено глобальной R-статистикой ($R = 0.895$ при $p = 0.001$). На уровне сходства 41% в пределах зоны II выделяются 2 подзоны с глубинами 25-80 и 80-280 м; на уровне сходства 50% в пределах зоны III – 2 подзоны с глубинами 280-1100 и 1100-3100 м; на уровне сходства 60% в пределах зоны I – 2 подзоны с глубинами 0-10 и 10-25 м.

Несовпадение границ, определенных количественными и качественными изменениями состава фауны, объясняются с учетом общей тенденции к уменьшению видового богатства с глубиной. Синператы отмечаются на глубинах начал фаунистических перестроек, отражающих вертикальную стратификацию летних вод. При качественном анализе границы между батиметрическими зонами проходят по глубинам завершения фаунистической перестройки, так как характер переходных зон смены фаун определяется, главным образом, влиянием элементов превосходящего по видовому богатству более мелководного комплекса. В целях дальнейшего анализа предпочтительно остановиться на выборе второй схемы вертикального членения. В противном случае, анализ широтных изменений будет отражать события, происходящие в более богатом мелководном комплексе.

Супралитораль: население представлено 5 прибрежными видами наземного подотряда Oniscidae. I (0-25 м): 54 вида из 18 семейств всех известных в районе исследования подотрядов (без учета Epicaridea); преобладают Flabellifera (27.9% видов), Valvifera (26.2%) и Asellota (21.3%), а именно – представители типично мелководных семейств Sphaeromatidae (14.8%), Idoteidae (19.7%) и Janiridae (13.1%). Основу фауны составляют низкобореальные (37.2%), широкобореальные (28.6%) и теплолюбивые субтропическо-низкобореальные, субтропические и тропическо-субтропические виды (в сумме 29.0%). II (25-280 м): 40 видов, 15 семейств; также преобладают Flabellifera (25.0%), Valvifera (32.5%) и Asellota (20.0%), но происходит перераспределение ролей на уровне семейств: исчезают Sphaeromatidae, доминируют вальвиферы арктуроидных семейств Arcturidae и Antarcturidae (17.5%) и семейства Idoteidae (15.0%) в основном из эврибатного рода *Synidotea*. Фауна полностью бореальная, с преобладанием широко- (42.1%) и низкобореальных (36.8%) видов. III (более 280 м): 13 видов, основу фауны составляют Asellota глубоководных семейств Desmosomatidae и Munnopsidae (по 3 вида), Gnathiidae, Epicaridea (по 2 вида) и Flabellifera семейств Tecticipitidae, Limnoriidae и Aegidae (по 1 виду). Зонально-географический состав: низкобореальные (1), широкобореальные (2), бореально-арктические (3) и западнотихоокеанские глубоководные (7) виды. Глубже 400-550 м (верхняя граница залегания глубинных вод) исчезают сублиторально-батиальные виды. Здесь обнаружены только бореально-арктические (2) и западнотихоокеанские глубоководные виды (5).

3.4. Характеристика видовых комплексов по отношению к субстрату. Треть видов изопод, населяющих исследуемую акваторию (28 видов, 30.77% видового списка) приурочена к определенному типу грунта, остальные виды не обладают строгой специфичностью (табл. 1). По сходству видового состава вы-

деляются 3 фаунистических группы, связанных с определенными типами дна: 1) комплекс глин и илов (12.2% видов); 2) комплексы песков и смешанных грунтов на их основе – илистых песков и песчано-галечных грунтов (47.78% видов; коэффициент внутригруппового сходства K_S 0.49-63); 3) комплексы твердых грунтов: скалисто-каменистого и галечно-ракушечного (52.22%; K_S 0.47). Наибольшее число специфических видов (16) и их доля в составе комплекса (41.03%) отмечены для скалисто-каменистых грунтов. Особые группы по отношению к субстрату составляют обитатели затопленной древесины (6 видов, 6.7% списка) и облигатные паразитические виды (15 видов, 16.48%). Основу первого комплекса составляют 4 сверлящих дерево вида *Limnoria* (*Limnoriidae*). На рыбах паразитируют личиночные стадии *Gnathiidea* (3 рода, 5 видов) и половозрелые *Cymothoidae* (2 рода, 2 вида). Паразитами ракообразных являются *Epicaridea*. Окончательными хозяевами эпикарид семейства *Vorygiidae* (7 видов из 5 подсемейств) служат различные *Decapoda*. *Liriopsidae* (1 вид) являются гиперпаразитами *Rhizocerphala*. Гнатииды неспецифичны в отношении вида хозяина. Среди эпикарид и цимотоид известны как видоспецифичные паразиты определенных хозяев, так и виды, паразитирующие на нескольких видах из разных родов и даже семейств.

Таблица 1

Биотические характеристики шести типов грунтов северо-западной части Японского моря по фауне изопод

Тип грунта	Ил, Гл	ИП	П	П+Га	Га, Ра	Ск, К
Число видов	11	24	27	21	21	39
Число специфических видов	2	5	4	1	0	16
Доля специфических видов, %	18.18	20.83	14.81	4.76	0	41.03

Примечание. Ил, Гл – илистые и глинистые грунты; ИП – илисто-песчаные грунты; П – пески; П+Га – песчано-галечные грунты; Га, Ра – галечные грунты и ракуша; Ск, К – скалистые и каменистые грунты.

Общая тенденция к упрощению фаунистических комплексов с глубиной проявляется и в сокращении числа биотических группировок по характеру субстрата. В I батиметрической зоне повышение видового богатства и концентрация специфических видов наблюдается в таксоценах твердых грунтов, в основном за счет богатого фитофильного комплекса. Во II зоне комплексы различных типов грунтов примерно сходны по видовому богатству. В III зоне присутствуют только обитатели мягких грунтов. На фоне уменьшения видового богатства общая доля облигатных паразитических видов в таксоцене возрастает от 20.37% в I батиметрической зоне до 38.46% в III.

3.5. Широтное распределение видового состава. Ввиду неполноты сведений о глубоководной (батиальной и абиссальной) фауне изопод Японского моря, возможность анализа ее широтных изменений отсутствует. Изменения в пределах I и II батиметрических зон, напротив, возможно оценить, используя фаунистический подход. Для определения границ фаунистических выделов, береговая линия была разбита на одноградусные отрезки; в анализ в качестве аутгруппы также введен таксоцен Амурского лимана, фаунистиче-

ски заведомо далекого от любого участка в пределах района исследования. В разделе рассмотрены изменения видового богатства, зонально-географического и видового состава фауны с широтой.

Изменения видового богатства. В целом видовое богатство значительно уменьшается при продвижении с юга на север. Положения синперат для обеих зон практически совпадают (рис. 4), отличия заключаются в большей амплитуде изменений, происходящих в мелководной фауне.

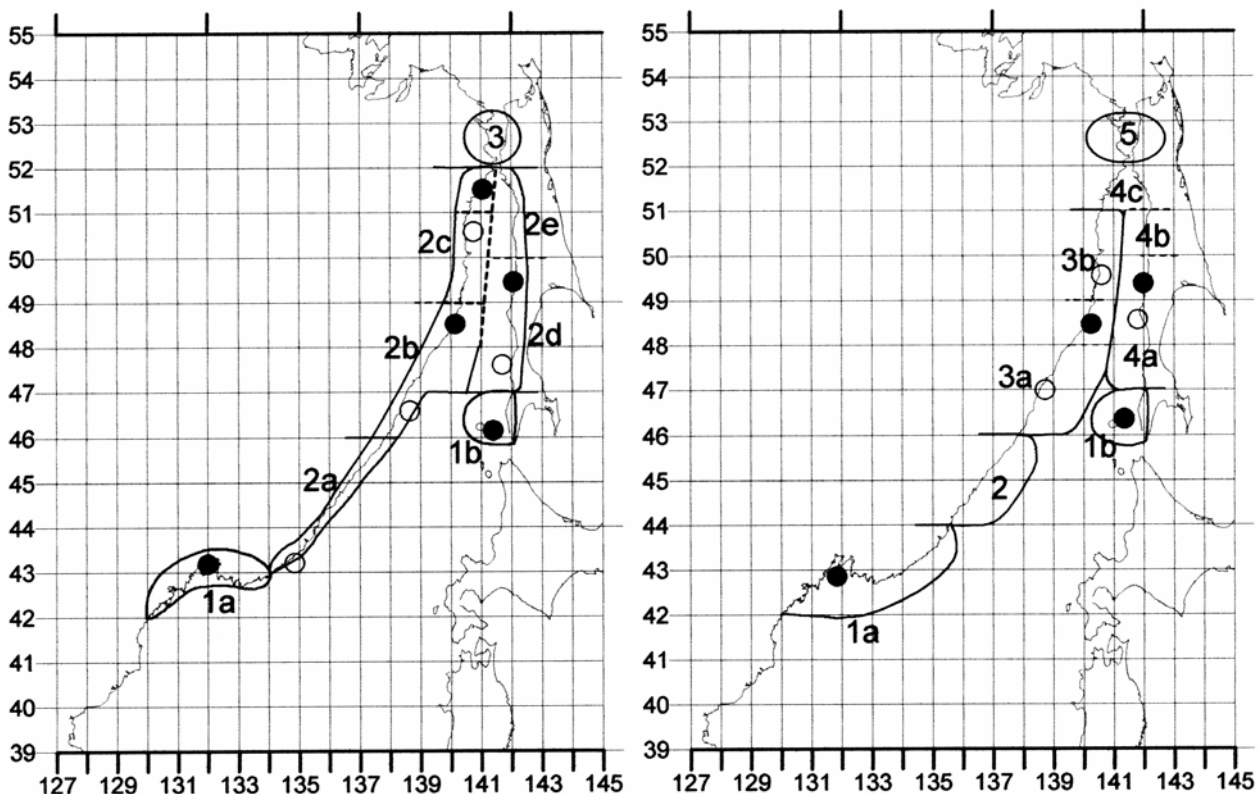


Рис 4. Расположение фаунистических районов в северо-западной части Японского моря, выделенных на основании комбинированных данных количественного и качественного анализа широтных изменений видового состава Isopoda в пределах двух батиметрических зон: I – 0-25 м; II – 25-280 м. Уровень объединения участков в группы: непрерывная линия – 30%; пунктирная линия – 45 (I) или 40% (II). Черными точками показано положение синперат, белыми – асинперат.

Качественные изменения видового состава. Сравнение видовых списков условных районов методами иерархического кластерного анализа показало, что эти изменения происходят неодинаково в I и II батиметрических зонах (рис. 4).

В I зоне на уровне сходства 30% ясно различимы три фаунистических района (значимость различий $R=0.875$), из которых два при большем уровне сходства (45%) могут быть разделены более дробно¹:

1. Прибрежья южного Приморья до 43°N, о. Монерон и юго-западного Сахалина до 47°N.

а) Прибрежье южного Приморья

б) Прибрежья о. Монерон и юго-западного Сахалина.

¹ Из анализа выпадают соответствующие асинператам участки на 46-48°N у материкового и на 47-48°N у островного побережья.

2. Материковое побережье от 43°N и побережье западного Сахалина от 47°N.
3. Амурский лиман (52-53°N).

Во II батиметрической зоне широтные изменения проявляются более резко. На уровне сходства 30% все участки подразделяются на 5 кластеров (значимость различий $R=0.830$):

1. Прибрежья Приморья до 44°N, о. Монерон и юго-западного Сахалина. На уровне сходства 40% в составе кластера выделяются:

- a) Прибрежье Приморья.
- b) Прибрежья о. Монерон и юго-западного Сахалина.

2. Прибрежье Приморья от 44 до 46°N.

3. Материковое побережье Татарского прол. от 46 до 51°N.

4. Прибрежье западного Сахалина к северу от 47°N и кутовая часть Татарского прол. от 51°N.

5. Амурский лиман (52-53°N).

Наиболее выраженная фаунистическая граница между южной и северной частью акватории выделялась ранее многими исследователями. У материкового побережья граница поворачивалась обычно у м. Поворотный, а по нашим данным она проходит значительно севернее. Такой результат, также как вывод о существовании обособленной фаунистической единицы на севере Приморья, оказался близок к схеме ихтиофаунистического районирования акватории А.И. Кафанова с коллегами, выделивших в ней 5 фаунических провинций: Южноприморскую, Североприморскую, Северояпономорскую, Сояскую и Западносахалинскую (Kafanov et al., 2000). Южноприморская и Сояская провинции составляют холодно-умеренную, оставшиеся три – субарктическую биоклиматическую зону Японского моря. В настоящей работе впервые на примере бентосной группы беспозвоночных подтверждено существование данных фаунистических единиц, первоначально выделенных для ихтиоценов пелагиали. Границы между ними определяются особенностями гидрологии, обусловленными крупномасштабными циркуляциями Японского моря. Значительно большая качественная однородность мелководной фауны частично объясняется характером сборов, приходившихся, в основном, на летние месяцы. В этом случае пределы распространения на север более богатой тепловодной фауны, характерной для Южноприморского и Сояского районов, для первого могут обуславливаться границей между водами с различным типом структуры в теплое время года, а также дальностью переноса субтропических вод на север в системе вихревых цепочек и струйных вторжений; для второго – проникновением на север вод течения Соя. С другой стороны, фауна мелководья, в большинстве видов ограниченная в вертикальном распространении поверхностным слоем выше слоя скачка, оказывается под меньшим воздействием главных циркуляций северо-западной части моря, проходящих ниже слоя скачка, в то время как для II зоны эти воздействия являются определяющими.

3.6. Сравнительная характеристика фаунистических районов. В разделе даны характеристики пяти фаунистических единиц северо-западной части Японского моря. В настоящей работе не делается заключений о ранге этих единиц (по распределению изопод он меньше ранга провинции), для них мы используем нейтральное определение «район». Для каждого района приведены сведения о

таксономическом и зонально-географическом составе, вертикальном распределении населения I-II батиметрических зон. Границы и особенности населения фаунистических районов сопоставлены с обуславливающими их биоклиматическими и биоокеанографическими факторами.

I. Южноприморский район (рис. 4-II: район 1a) соответствует главному циклоническому круговороту в северо-западной части моря, составляющими которого являются Приморское и Южно-Приморское течения. Обладает самой богатой и разнообразной фауной изопод в северо-западной части моря: 58 видов, 42 рода и 22 семейства всех 7 известных в районе исследования подотрядов. Основу фауны составляют виды Flabellifera (27.6%), Valvifera (22.4%) и Asellota (19.0%), а в их составе, соответственно – представители мелководных семейств Sphaeromatidae (15.5%), Idoteidae (15.5%) и Janiridae (8.6%). Весьма велика роль паразитических подотрядов Epicaridea (13.8%) и Gnathiidea (6.9%). Большая часть населения (46 видов, 34 рода, 14 семейств) сосредоточена в I батиметрической зоне. Фауна относительно тепловодна: доля термотропных видов составляет 31.5%. На долю низкобореальных видов приходится 29.6%, широкобореальных – 25.9% списка.

II. Североприморский район (рис. 4-II: район 2) соответствует второй стабильной циклонической циркуляции, приматериковой составляющей которой является течение Шренка. В весенне-летнее время район занят тихоокеанской водной массой, в холодное время года – северной япономорской водной массой, таким образом, здесь отмечаются самые значительные в Японском море амплитуды сезонных изменений океанологических параметров (см.: Юрасов, Яричин, 1991; Лучин, Манько, 2003), что негативно сказывается на богатстве фауны. С тихоокеанской водой в провинцию единично заходят океанические виды. Фауна включает 19 видов, 13 родов и 9 семейств. Основу составляют виды подотрядов Flabellifera (10 видов, 56.1%) и Valvifera (5 видов, 25.0%). 85% фауны составляют бореальные виды: низкобореальные – 40%, широкобореальные – 35%, высокобореальные – 10%. В районе наблюдается разрыв ареалов 5 бореальных видов, которые, по-видимому, нуждаются в более постоянных океанологических условиях.

III. Северояпономорский район (рис. 4-II: район 3) соответствует участку акватории с наиболее суровыми условиями, связанными с сильным выхолаживанием и промерзанием зимой и присутствием холодного подповерхностного слоя в летние месяцы. Фауна представлена 19 видами из 13 родов, 11 семейств и 5 подотрядов. Основу составляют виды подотрядов Flabellifera (9 видов, 47.4%), Valvifera (5 видов, 26.3%) и Asellota (3 вида, 15.8%). В ряду этих подотрядов преобладают представители семейств Sphaeromatidae и Arcturidae (по 4 вида, по 21.1%), Tecticeptidae и Aegidae (по 2 вида, по 10.5%). Своеобразной чертой фауны в связи с особенностями гидрологии является бедность мелководной фауны со смещением максимума видового богатства из I (9 видов) во II (12 видов) батиметрическую зону. Преобладают широкобореальные виды (42.1%); роль холодноводных элементов самая высокая в рассматриваемой акватории: бореально-арктические и высокобореальные виды составляют 26.4%. Вклад низкобореальных видов минимален – 15.8%. Всего 2 субтропическо-низкобореальных вида

(10.5%) встречены в I батиметрической зоне до глубины 10-15 м. Оставшиеся 5.3% приходится на западнотихоокеанскую глубоководную группу (1 вид).

IV. Сояский район (рис. 4-II: район 1b) находится под значительным тепляющим воздействием вод течения Соя. Вместе с тем, в результате сложных гидродинамических процессов у юго-западной оконечности Сахалина, в этом районе происходит выход на поверхность холодных охотоморских вод, вследствие чего фауна сублиторали юго-западного Сахалина приобретает холодноводный оттенок. Близость прол. Лаперуза способствует проникновению охотоморских и курильских видов. По видовому богатству фауна лишь немного уступает южноприморской: 42 вида, 25 родов, 13 семейств и 6 подотрядов. Основу фауны составляют представители подотрядов Flabellifera (32.6%), Valvifera и Asellota (по 27.9%), а в ряду этих подотрядов – представители мелководных семейств Sphaeromatidae (14.0%), Idoteidae и Janiridae (по 16.3%). Основная масса видов сконцентрирована в I батиметрической зоне: 34 вида, 22 рода и 13 семейств, что обусловлено вкладом видов хорошо представленного тепловодного комплекса на мелководье о. Монерон. Доля термотропных видов составляет 22.5%. На долю низкобореальных видов приходится 32.5%, широкобореальных – 30.0% списка. Холодноводные высокобореальные и бореально-арктические виды составляют 12.5%.

V. Западносахалинский район (рис. 4-II: район 4) подвержен ослабленному влиянию теплых вод Цусимского течения. По видовому богатству фауна занимает среднее положение между богатыми южноприморской и сояской и бедной фауной северной части материкового побережья: 31 вид из 18 родов, 11 семейств и 5 подотрядов. Основу составляют представители подотрядов Flabellifera (38.7%) и Valvifera (35.5%). Преобладают виды семейства Idoteidae (22.6%), а среди последних – род *Synidotea* (4 вида). Видовое богатство в обеих батиметрических зонах сходное (в I – 19, во II – 17 видов). Широкобореальные виды составляют 36.7%, низкобореальные – 30%, высокобореальные (16.7%) и бореально-арктические (6.7%), западнотихоокеанские глубоководные – 1 вид (3.3%). Два субтропическо-низкобореальных вида присутствуют на юге района (6.7%).

Батиметрическая структура фаун районов. Фаунистические комплексы. Изучение состава фауны изопод шельфовых зон отдельных районов, показало существование следующих фаунистических комплексов, очертания которых оказывались «смазанными» на крупномасштабной генерализованной схеме:

1. Термотропный мелководный комплекс от 0 до 25 м. Тропическо-субтропические, субтропические, субтропическо-низкобореальные виды. Большинство Sphaeromatidae (6 видов), Paranthuridae, Holognathidae, ряд Idoteidae (4), большинство Oniscidea (3), часть Cymothoidae (1) и Vopyridae (2). На шельфе о. Монерон тепловодные виды могут опускаться до 30 м; в других районах (Североприморский, Западносахалинский, Северояпономорский) – ограничиваются 10 м, а у юго-западного Сахалина – 5 м. В фаунистических районах, где комплекс представлен наиболее полно (Южноприморский район, о. Монерон) его присутствие обуславливает «вспышку» видового богатства в I батиметрической зоне.

2. Мезоолиготермный комплекс от 0 до 60-100 м. Низкобореальные и широкобореальные виды. Основу составляют азеллоты семейства Janiridae, род

Neastacilla из Arcturidea, *Tridentella cornuta* из Tridentellidae.

3. Олиготермный комплекс, виды начинают появляться от 60 до 100 м, максимальное богатство на 100-120 м. Переход на 70-100 м наблюдается в Южноприморском районе, на 120 м у – о. Монерон, на 100 м – у западного Сахалина, на 60-80 – в Североприморском районе, на 60-100 – в Северояпономорском районе. Высокобореальные и бореально-арктические, а также ряд олиготермных широко- и низкобореальных видов *Tecticeps*, *Limnoria*, *Tridentella*, *Synidotea*, *Arcturus*, *Ilyarachna*, *Paradesmosoma*, *Caecognathia*, *Gnathia*.

Видовое сходство фаун районов. Видовые списки районов сравнивались с использованием коэффициента сходства Серенсена-Чекановского (табл. 2). Южноприморский и Сояский районы фаунистически наиболее близки между собой (K_S 0.57) и имеют наименьшее сходство с Североприморским и Северояпономорским районами (K_S 0.36-0.40). Фауна Западносахалинского района занимает промежуточное положение между относительно тепловодными Южноприморским и Сояским и относительно холодноводными Североприморским и Северояпономорским районами. Она достаточно близка к первым (K_S 0.49 и 0.53), но с двумя последними демонстрирует максимальное сходство (K_S 0.60), заметно превышающее их сходство между собой (K_S 0.47). Фаунистические границы между районами более выражены у материкового побережья, где они соответствуют смене крупномасштабных циклонических циркуляций. Побережье западного Сахалина еще находится под ослабленным влиянием теплых вод Цусимского течения, чем может обуславливаться близость его фауны к южноприморской и, особенно, сояской. Сходство между западносахалинской фауной и фаунами Североприморского и Северояпономорского районов может объясняться близостью до противоположного берега и мелководностью Татарского прол., суровостью условий и относительно большим влиянием ламутской фауны. Присутствие первой стабильной циркуляции в Североприморском районе создает выраженный барьер между ним и сопредельным Северояпономорским районом. У западного Сахалина такой барьер отсутствует и изменения фауны происходят относительно плавно. В итоге, Западносахалинский район на севере оказывается фаунистически более близок Северояпономорскому, а на юге – Североприморскому, чем два последних района между собой.

Глава 4. Связь фауны изопод северо-западной части Японского моря и сопредельных акваторий

4.1. Распространение надвидовых таксонов изопод северо-западной части Японского моря. Рассмотрено распространение и характер расселения надвидовых таксонов. Карты-схемы распространения родов приведены в приложении. Подотряды Epicaridea, Flabellifera, Anthuridea, Oniscidea, Gnathiidea в целом имеют тетисное распространение и их видовое богатство уменьшается во всех направлениях от центра разнообразия в Индо-Вестпацифике. В районе исследования проходят границы ареалов тепловодных родов этих подотрядов, но также встречаются представители широко расселившихся в Мировом океане и эндемичных бореальных родов и семейств. Максимальное богатство фауны подотряд Valvifera приурочено к хо-

лодным и умеренным водам. В составе подотряда *Asellota* в целом резко преобладают холодноводные и глубоководные таксоны. Многие роды *Asellota* и большинство родов *Valvifera*, обитающих в районе исследования и сопредельных ему водах, встречаются в нотальных водах, но распространены преимущественно в бореальных, с наибольшей концентрацией видов в Беренгийской подобласти Тихоокеанской бореальной области. Это подтверждает существование центра фауногенеза в северной части Тихоокеанской бореальной области (Скарлато, 1974), откуда идет расселение указанных таксонов в южном и северном направлениях. Из 23 видов из Японского моря, имеющих низкобореальный характер распространения, 13 относятся к холодноводным бореальным или бореально-нотальным родам, с наибольшим видовым богатством в Беренгийской подобласти. 6 видов – к широко распространенным, преимущественно тепловодным родам. 4 вида – к родам с крайними, остаточными ареалами тетисного распространения.

4.2. Связь фауны шельфовых зон. Видовое богатство и состав фауны 20 фаунистических районов северо-западной части Японского моря сравнивались с таковыми 23 фаунистических районов сопредельных акваторий (Охотского моря, прибрежных вод Курильских о-вов, обоих побережий Японии и южной Кореи). Сравнимые районы выделялись, по возможности, в соответствии с фаунистическими единицами, принятыми в предшествующих работах. Их ранг не обсуждается и приводится по первоисточникам. Приведен анализ характера фауны данных районов в связи с особенностями гидрологии акватории.

В результате кластеризации списки всех районов на уровне сходства около 10% разделились на две группы, соответствующих субтропической и бореальной фаунам. Смена фаун определяется положением полярного фронта: у тихоокеанского побережья Японии происходит довольно резко (м. Инубо), что прослеживается по изменению видового богатства и характеру распространения термотропных таксонов. В Японском море переход растянут в меридиональном направлении. У западного побережья Японии во II батиметрической зоне разделение между субтропической и бореальной фаунами изопод проходит между Уецунской и Сангарской провинциями, то есть примерно по п-ову Ога. В I батиметрической зоне тепловодные элементы проникают дальше на север, определяя характер фауны Сангарской провинции, в результате чего переход между фаунами смещается к границе между Сангарской провинцией и Сояским фаунистическим районом – зал. Исикари. Точную границу у материкового побережья по распределению *Isopoda* показать невозможно, ввиду почти полного отсутствия данных из вод Северной Кореи. Есть основание считать, что эта граница проходит по зал. Йонильман или чуть севернее (Kafanov et al., 2000; Lutaenko et al., 2006 и др.). По результатам кластерного анализа фауна изопод у всего побережья Южной Кореи определяется как субтропическая, а начиная от Южного Приморья – как бореальная.

В бореальных районах видовые списки I батиметрической зоны на уровне сходства 30% подразделяются на 5 кластеров (значимость различий $R=0.807$):

Высокобореальная фауна.

1. Западнокамчатский округ Охотской провинции высокобореальной Берингийской подобласти Тихоокеанской бореальной области.

2. Северные и средние Курильские о-ва.
3. Три района, относящиеся к Ламутскому округу Охотской провинции. На уровне сходства 40% побережье северо-восточного Сахалина выделяется в отдельный кластер. Низкобореальная фауна.
4. Побережье Хоккайдо, исключая Сангарскую провинцию. На уровне сходства 35% охотоморское побережье Хоккайдо выделяется в отдельный кластер.
5. Остальные районы, обычно относимые к низкобореальной Айнской подобласти (Северояпонской подобласти, или Манчжурской провинции) Тихоокеанской бореальной области: все районы северо-западной части Японского моря, зал. Анива и южное побережье восточного Сахалина до м. Терпения, южные Курильские о-ва.

На большем уровне сходства (45%) в последнем кластере происходит разделение относительно тепловодных (Южноприморский, Сояский районы, южные Курильские о-ва) и относительно холодноводных районов (Севроприморский, Северояпономорский, Западносахалинский районы, зал. Анива, юго-восточный Сахалин).

При кластеризации видовых списков II батиметрической зоны имеется несколько отличий:

1. На уровне сходства менее 30% от остальных ламутских районов обособляется мелководный и сильно опресненный Амурский лиман, а также выпадают в отдельные кластеры северо-западное япономорское и охотоморское побережья Хоккайдо, что, очевидно, обуславливается неполнотой сведений о фауне изопод этих районов.

2. Фауна южных Курильских о-вов демонстрирует большее сходство с северными и средними Курилами, чем с другими низкобореальными районами и до порога включения при сходстве 50% образует с ними отдельный кластер.

3. Отдельный кластер образуют тихоокеанское побережье Хоккайдо, Сангарский и Североприморский районы.

4. Северо-восточный Сахалин до уровня сходства около 32% включается в низкобореальный кластер. Это может объясняться тем, что некоторые низкобореальные виды единично встречаются к северу от м. Терпения и оказываются включенными в видовой список этого района.

5. На уровне сходства 37% остальные низкобореальные районы подразделяются на охотоморский (зал. Анива и юго-восточный Сахалин) и япономорский (Южноприморский, Северояпономорский, Сояский и Западносахалинский районы) кластеры.

Значимость различий выделенных кластеров при сходстве 30% $R=0.807$.

Анализ распределения изопод в охотоморских и прикурильских водах позволяет выделить здесь три ядра концентрации эндемичных видов и, соответственно, центров расселения более широко распространенных видов: два четко локализованных центра в районе средних Курильских о-вов и на шельфе западной Камчатки и менее отчетливо выраженный центр в северо-западной части моря. Роль обозначенных центров фауногенезиса неоднозначна для представителей различных таксонов, хотя зачастую дивергенция видов одного и того же рода происходит в более чем одном центре.

В водах южной части Охотского моря, на севере низкобореальной зоны, также наблюдается дивергенция видов *Tecticeps*, *Limnoria*, *Rocinela*, *Synidotea*, *Ianiropsis*, *Caecijaera*, *Munna*, *Neastacilla*, *Idotea*, *Rocinela*, но ее масштабы, за исключением ро-

дов *Tecticeps*, *Rocinela* и *Synidotea*, значительно уступают таковым в высокобореальных центрах фауногенезиса. Центром происхождения этих видов, в общем, можно считать район, расположенный по линии, соединяющей южные Курильские о-ва, южный Сахалин и Сояский район Японского моря.

4.3. Связь глубоководной фауны. Главным источником формирования глубоководной фауны изопод бореальной части Японского моря можно считать шельфовые зоны высокобореальных районов. Из 15 видов изопод, отмеченных в батии и абиссали бореального сектора Японского моря (13 видов – в пределах района исследования), 6 являются широко распространенными в бореальной Пацифике эврибатными видами. Примечательно, что все эти виды – факультативные или облигатные паразиты рыб и ракообразных. За исключением *Rocinela belliceps*, их распространение на юг лимитировано положением полярного фронта. Десмосоматиды *Eugerdia fragilis* и *Desmosoma lobipes* в Японском море обнаружены только в батии и абиссали Центральной котловины, но поступают в Японское море из центра видообразования на шельфе западной Камчатки. *Munnopsurus minutus*, *Ilyarachna zachsi*, *Limnoria emarginata* – виды охотоморского батииального генезиса, но все они заходят в зону шельфа или (*Limnoria emarginata*) в переходный горизонт его кромки в Японском море. И только 4 вида (*Gnathia schmidti*, *G. tuberculata*, *Eurycope spinifrons* и *Mirabilicoxa kussakini*) являются глубоководными эндемиками Японского моря.

Заключение

Основополагающее влияние на состав фауны северо-западной части Японского моря оказывает ее положение на границе бореальной и субтропической зон, находящихся под воздействием крупнейших центров видообразования в Индо-Восточной Пацифике и в северной части Тихого океана. Главными факторами, под воздействием которых происходит формирование фаун отдельных биогеографических единиц в пределах района исследования, являются особенности гидрологии, обусловленные крупномасштабными циркуляциями и влияние главных центров фауногенезиса.

Широко распространенные субтропические и бореальные виды с наиболее древними ареалами встречаются на границе двух зон, обуславливая повышение видового богатства в близких к полярному фронту низкобореальных районах – Южноприморском, Сояском, и у южных Курильских о-вов. При этом продвижение термотропной фауны на север в нижней сублиторали и батии (глубже 20-25 м) в основном лимитировано положением полярного фронта, тогда как на мелководьях термотропный комплекс может распространяться гораздо дальше полярного фронта, заселяя указанные акватории.

Большой вклад в формирование фауны холодно-умеренных районов оказывает близость относительно молодого курильского центра фауногенезиса, особенно заметный во II батиметрической зоне. Виды курильского генезиса только начинают осваивать низкобореальные воды, и их доля заметно выше в расположенном близко к центру происхождения Сояском районе.

Фауна трех оставшихся районов (Североприморского, Западносахалинско-

го и Северояпономорского), в совокупности составляющих субарктическую биоклиматическую зону Японского моря, значительно беднее холодно-умеренной из-за почти полного отсутствия «надстройки» из видов субтропического генезиса и формируется, в основном, за счет поступлений широко распространенных психротропных видов северотихоокеанского (беренгийского) происхождения, ламутских видов и низкобореальных видов, обособившихся из ламутских на границе низкобореальных и высокобореальных вод. При этом наиболее стенобионтные элементы ламутской фауны (ламутские виды рода *Arcturus*) населяют почти исключительно самый холодноводный Северояпономорский район с выраженными признаками субарктической структуры вод (наличие холодного промежуточного слоя в теплое время года).

Фауна Западносахалинского района, находящаяся под ослабленным воздействием теплого течения Соя, имеет переходный характер между холодно-умеренной и субарктической фаунами и формируется за счет поступлений видов как из курильского, так и из ламутского центров.

На границе низкобореальных и высокобореальных вод происходит дивергенция видов бореальных родов. На границе субтропических и низкобореальных вод – дивергенция видов термотропных таксонов с образованием низкобореальных видов из преимущественно субтропических родов и семейств (ряд родов *Sphaeromatidae* и *Epicaridea*, *Gnathia* из *Gnathiidea*).

Формирование глубоководной фауны бореальных вод Японского моря происходит за счет эврибатных высокобореальных видов, видов западнокамчатского и охотоморского батиального генезиса. В Южноприморском районе имеются эндемичные батиальные виды азеллот широко распространенных родов *Euricope* и *Mirabilicoxa* и эндемичный шельфовый вид рода *Baeonectes*, общего с западной Камчаткой. К северу от полярного фронта, на границе бореальной зоны обнаружены два эндемичных батиальных вида широкораспространенного рода *Gnathia*, расселение которого, в том числе в Японском море, идет от шельфов низких широт к батиали высоких широт.

ВЫВОДЫ

1. В северо-западной части Японского моря обнаружено 90 видов *Isopoda*, принадлежащих к 50 родам, 24 семействам и 7 подотрядам. Впервые для района исследования указаны 13 видов, 6 родов и 2 семейства, из них 9 видов – новые для моря, 2 – новые для науки. 2 известных вида сведены в младшие синонимы. 2 вида из рода *Eurycope* перенесены в род *Baeonectes*.

2. Основу фауны составляют виды подотрядов *Flabellifera*, *Valvifera* и *Asellota* (78.9% видового списка); в их составе, соответственно, преобладают виды семейств *Sphaeromatidae* (10.0%), *Idoteidae* (15.6%) и *Janiridae* (10.0%). Доля *Flabellifera* с глубиной незначительно уменьшается (от 27.9% в верхней сублиторали до 23.1% в батиали). Доля *Valvifera* максимальна в нижней сублиторали (35%); *Asellota* – в батиали (46%).

3. В составе фауны преобладают низкобореальные (26.1%) и широкобореальные виды (22.7%). Общая доля тепловодных видов (тропическо-субтропических,

субтропических и субтропическо-бореальных) – 21.6%. Доля холодноводных высокобореальных и бореально-арктических видов – 17.0% фауны. Доля глубоководных батимальных и абиссальных видов – 6.8%.

4. Видовое богатство максимально до глубины 25 м (54 вида), и уменьшается более чем в 4 раза к батииали. По сходству видового состава выделяются: супралитораль и три батиметрические зоны ниже нуля глубин с границами 0-25, 25-280, и более 280 м.

5. По приуроченности к определенным типам грунтов выделяются 3 группы видов: 1) комплекс глин и илов (12.2% видов); 2) комплексы песков и смешанных грунтов на их основе (47.8% видов); 3) комплексы твердых грунтов (52.2%). Наибольшее число специфических видов (16) и их максимальная доля в составе комплекса (41.0%) отмечены для скалисто-каменистых грунтов. Обитатели затопленной древесины составляют 6.7% видов, облигатные паразиты ракообразных и рыб – 16.5%.

6. По распределению видов изопод в северо-западной части Японского моря выделяются пять фаунистических районов: Южноприморский, Сояский, Западносахалинский, Североприморский и Северояпономорский, которые совпадают с провинциями, выделенными по распределению ихтиофауны.

7. В шельфовых зонах района исследования границы фаунистических районов хорошо выражены на глубинах более 25 м и менее отчетливы на мелководье. Схемы фаунистического районирования, построенные без разделения акватории на естественные батиметрические зоны, будут искажены из-за сильного влияния более богатого мелководного комплекса.

8. Выделенные фаунистические районы по видовому составу изопод наиболее схожи с другими районами низкобореальной Айнской подобласти. В составе подобласти выделяются две зоны: холодно-умеренная (Южноприморский и Сояский районы, побережье южных Курильских о-вов) и субарктическая (Североприморский, Северояпономорский, Западносахалинский районы, южный и юго-западный Сахалин). Фауна Западносахалинского района имеет переходный характер между холодно-умеренной и субарктической.

9. Аллохтонные элементы в составе фауны изопод северо-западной части Японского моря представлены видами субтропического, берингийского, курильского, западнокамчатского и ламутского генезиса. В холодно-умеренных районах преобладают виды субтропического и курильского происхождения, в субарктических – берингийского и ламутского происхождения.

10. Для автохтонных низкобореальных видов отмечено два центра эндемизма: 1) на границе субтропических и низкобореальных вод (для видов из преимущественно субтропических родов); 2) на границе низкобореальных и высокобореальных вод (для видов из бореальных родов).

11. Глубоководная фауна северо-западной части Японского моря сформировалась за счет эврибатных бореальных видов (4 вида), эврибатных видов из глубоководных семейств *Asellota* охотоморского сублиторально-батимального генезиса (5 видов) и собственных эндемичных глубоководных видов (3 вида).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Головань О.А. Новые данные о редком виде батииального древоточца *Limnoria emarginata* (Isopoda, Limnoriidae) // Тез. докл. V Региональная конференция по актуальным проблемам морской биологии, экологии и биотехнологии. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та, 2002. – С. 32-33.
2. Головань О.А. Паразитические Isopoda северо-западной части Японского моря // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана: Материалы III Международной научной конференции. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005. Т. 1. – С. 136-138.
3. Головань О.А. *Gnathia gurjanovae* – новый вид равноногих раков (Isopoda: Gnathiidea) из залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2006. Т. 32, № 1. – С. 34-42.
4. Головань О.А. *Mirabilicoxa kussakini* sp. nov., новый вид азеллот глубоководного сем. Desmosomatidae (Crustacea, Isopoda, Asellota) из батииали Японского моря // Биол. моря. 2007. Т. 33, № 6. – С. 408-416.
5. Golovan O.A. Composition of fauna and ecology of parasitic Isopoda (suborders Gnathiidea and Epicaridea) // German-Russian Workshop «Future Visions». ANDEEP-SYSTCO (SYSTEM COupling) in the South Atlantic Ocean on the Functional Biodiversity and Ecology of Abyssal Key Species with focus on the Isopoda (Crustacea: Malacostraca). Vladivostok, 24-30 September 2007: Program and Abstracts. – Vladivostok, 2007. – P. 20-21.
6. Golovan O.A., Malyutina M.V. Redescription of *Ilyarachna zachsi* Gurjanova, 1933 (Crustacea: Isopoda: Munnopsidae) from the Sea of Japan, with the synonymisation of *I. starokadomskii* Gurjanova, 1933 // Zootaxa. 2006. Vol. 1129. – P. 47-60.

Подписано в печать 21.08.2008 г.

Формат 60x84/16

Тираж 100 экз.

Заказ № 20/7

Отпечатано в типографии

ООО «Типография Дальрыбтехцентр»

г. Владивосток, ул. Калинина, 42