

На правах рукописи

ЛАВРЕНТЬЕВА

Анна Вадимовна

**ФАУНА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБОКОВОДНЫХ КУМОВЫХ
РАКОВ (CRUSTACEA: CUMACEA) В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА**

03.02.10 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Владивосток – 2016

Работа выполнена в Лаборатории хорологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук

Научный руководитель

Малютина Марина Валентиновна
кандидат биологических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Фадеева Наталия Петровна
доктор биологических наук, доцент,
ФГАОУ ВПО «Дальневосточный
федеральный университет»,
Школа естественных наук,
профессор кафедры экологии

Марин Иван Николаевич
кандидат биологических наук,
научный сотрудник Лаборатории
экологии и морфологии морских
беспозвоночных, ФГБУН Институт
проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН

Ведущая организация

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Зоологический институт Российской
академии наук

Защита состоится «01» июня 2016 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 005.008.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, факс (4232)2310900.
Электронный адрес: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук:
<http://www.wimb.dvo.ru/misc/dissertations/index.php/sovet-d-005-008-02/26-lavrenteva-anna-vadimovna>

Автореферат разослан «_____» _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Костина Елена Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Кумовые раки (Cumacea) – отряд высших раков надотряда Peracarida, который является одним из доминирующих по видовому богатству и численности таксонов макробентоса. В настоящее время в мировой фауне кумовых раков известно около 1650 видов (www.marinespecies.org, 2015), которые населяют все глубины – от литорали до глубоководных желобов и являются обычным компонентом донной фауны. Кумовые раки повсеместно распространены в океане, ведут зарывающийся образ жизни и способны формировать скопления высокой численности – тысячи экземпляров на квадратный метр. Эти ракообразные, как и остальные представители надотряда Peracarida, не имеют пелагической личинки, что делает их удобным объектом для изучения пространственного распространения, путей расселения глубоководных таксонов, влияния времени и изоляции на формирование глубоководных экосистем.

В то время как шельфовая фауна отряда Cumacea северо-западной части Тихого океана изучена достаточно хорошо, глубоководная фауна кумовых исследована очень слабо. Глубоководная часть Мирового океана (батиаль и абиссаль) – самый протяженный и наименее изученный биотоп на планете. Глубоководные районы Мирового океана исследованы неравномерно, что во многом объясняется их труднодоступностью и затратностью глубоководных исследований. В северо-западной части Тихого океана глубоководные биологические исследования проводились на НИС «Витязь» в прошлом столетии в 1949, 1953–1955, 1957 и 1966 г. традиционными орудиями лова: тралом и дночерпателем. Как известно, это оборудование плохо улавливает основное население батиаля и абиссали – мелких подвижных макробентосных организмов длиной от 1 до 10 мм. Специально для сбора донной макрофауны был сконструирован современный прибор – эпибентосный салазочный трал (EBS) (Brenke, 2005), который успешно применялся последние десятилетия в ряде экспедиций, выполненных в батиалях и абиссали Атлантики, Антарктики и южной Пацифики. В северо-западной части Тихого океана он был впервые применен в экспедиции SoJaBio (2010 г.), а затем – в KuramBio (2012 г.), и благодаря эффективности этих сборов количество известных в данных районах глубоководных макробентосных организмов было увеличено в несколько раз (Malyutina, Brandt, 2013; Brand, Malyutina, 2015).

Экспедицией SoJaBio 2010 г. был собран материал с батимальных и псевдоабиссальных глубин котловины Японского моря, связанной с соседними глубоководными районами лишь мелководными проливами. Во время оледенения в плейстоцене море оказалось полностью изолировано, что стало причиной массового вымирания глубоководной фауны (Oba et al., 1991; Tyler, 2002). В настоящее время котловина Японского моря заполнена обогащенной кислородом холодной водной массой (Дерюгин, 1939; Леонов, 1960; Зенкевич, 1963; Tyler, 2002; Лучин, Манько, 2003; Зуенко, 2008; Юрасов, 2014). Батималь и псевдоабиссаль Японского моря являются естественной моделью глубоководной изолированной экосистемы, находящейся на ранних стадиях заселения.

В ходе экспедиции KuramBio 2012 г. были получены пробы из Курило-Камчатского района: западного склона желоба и открытой океанической абиссальной равнины, примыкающей к Курило-Камчатскому желобу. Фауна абиссали Курило-Камчатского района, в отличие от фауны глубоководной котловины Японского моря, является древней и типично-глубоководной. Курило-Камчатский район расположен в эвтрофной зоне, что проявляется в высоком содержании органического углерода в поверхностном слое донных осадков (Романкевич и др., 1966; Тихий океан, 1970; Sattarova, Artemova, 2015) и благоприятствует формированию высокой численности макробентосных организмов.

Курило-Камчатский район и Японское море соединены мелководными проливами как напрямую через Сангарский (Цугару) пролив, так и через Охотское море, благодаря чему не исключена возможность взаимного обмена фаунами.

Степень разработанности выбранной темы. Фауна кумовых раков шельфа Японского моря была изучена достаточно полно (Ломакина, 1955, 1958; Gamô, 1958, 1960a, b, c, 1961, 1962a, b, 1963b, 1964a, b, c, d, 1965a, b, 1967a, b, c, d, 1968b, 1969, 1976, 1980, 1986a, b, 1987a; Harada, 1959, 1960, 1962a, 1964, 1967b; Василенко, 1985; Василенко, Царева, 1990; Kang, Lee, 1995a, b; Lee, Lee, 1997, 1998, 1999, 2001, 2003, 2007, 2012; Park et al., 1998; Hong et al., 1998; Hong, Park, 1999; Park, Hong, 1999; Царева, 2001; Lee et al., 2002, 2003, 2008, 2011; Царева и др., 2013), в то время как континентальный склон и глубоководный бассейн моря оставались практически не исследованными. Эта неравномерность изученности является следствием разницы в полноте сбора материала. До экспедиции SoJaBio в Японском море

на глубине более 500 м было известно только 15 видов кумовых раков (Ломакина, 1958; Gamô, 1999; Vassilenko, Tzareva, 2004).

В материалах экспедиций, полученных НИС «Витязь» из Курило-Камчатского района, обнаружена богатая донная фауна, описанная во множестве публикаций. Однако кумовые раки из сборов НИС «Витязь» этого района практически не были изучены: до экспедиции KuramBio было известно только 2 вида (Ломакина, 1958; Беляев, 1989).

Целью данной работы является изучение состава и распространения фауны глубоководных кумовых раков в открытых и изолированных районах северо-западной части Тихого океана.

Задачи исследования включали:

1. Определить видовой состав, таксономическую структуру фауны, оценить разнообразие и распределение кумовых раков в двух глубоководных районах северо-западной Пацифики: изолированной котловине Японского моря (по сборам экспедиции SoJaBio (2010 г.) и открытой океанической абиссали, примыкающей к Курило-Камчатскому желобу (KuramBio (2012 г.)).

2. Исследовать распространение надвидовых таксонов отряда Cumacea в северо-западной Пацифике на основе собственных и литературных данных.

3. Изучить влияние абиотических факторов на распределение глубоководных кумовых раков в северо-западной части Тихого океана.

4. Выяснить долю кумовых раков среди ракообразных надотряда Peracarida в глубоководных районах Мирового океана.

Научная новизна. В основе работы лежит материал уникальных комплексных международных глубоководных экспедиций SoJaBio (2010 г.) и KuramBio (2012 г.), в которых впервые в северо-западной Пацифике применён эпибентосный салазочный трал, сконструированный для сбора макробентоса.

Впервые проведено комплексное изучение батимальной и псевдоабиссальной фауны кумовых раков континентального склона и глубоководной котловины Японского моря.

Впервые изучен таксономический состав и распределение кумовых раков абиссали, примыкающей к Курило-Камчатскому желобу.

Впервые проанализированы состав и особенности распределения кумовых раков на изучаемых акваториях в зависимости от абиотических

условий, установлена доля отряда Cumacea среди ракообразных надотряда Peracarida.

Впервые изучено распространение родов отряда Cumacea в северо-западной части Тихого океана. В исследованном районе впервые зарегистрированы 6 родов кумовых раков и 1 из них описан как новый для науки. Описано 8 новых видов глубоководных кумовых раков (Лаврентьева, Царева, 2013; Lavrenteva, Mühlenhardt-Siegel, 2015; Mühlenhardt-Siegel, Lavrenteva, 2015).

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные расширяют известные представления о видовом богатстве и разнообразии фауны кумовых раков северо-западной части Тихого океана. На примере кумовых раков показаны закономерности распространения глубоководной фауны, что может быть спроецировано на другие макробентосные организмы, обитающие в поверхностном слое грунта и не имеющие пелагической личинки. Полученные в работе данные о фауне кумовых раков двух глубоководных бассейнов, с разной геологической историей, важны для понимания путей расселения глубоководных таксонов и влияния изоляции на формирование глубоководных экосистем.

Методология и методы диссертационного исследования. Сбор материала в экспедициях SoJaBio и KuramBio осуществлялся в соответствии с общепринятыми стандартными методиками CeDaMar: для сбора макрофауны использовали эпибентосный салазочный трал, оснащенный фото- и видеокамерами и CTD-сенсорами для замера физико-химических параметров среды.

В данной работе были применены общепринятые в мире методики таксономической обработки материала. Предварительная сортировка по таксонам осуществлялась на ледяных камерах с использованием стереомикроскопов различных моделей. Описания новых видов кумовых раков выполнены с использованием стереомикроскопов SteREO Discovery.V8 (Carl Zeis), SteREO Discovery.V12 (Carl Zeis) и микроскопов Laboval 4, Olympus CX31, оснащенных рисовальными аппаратами. Карандашные рисунки отсканированы и сохранены в цифровом формате, а окончательные рисунки сделаны с использованием графического планшета Wacom Intuos3 A4. Часть материала была исследована на сканирующем электронном микроскопе Zeiss Evo 40 в Дальневосточном центре электронной микроскопии ИБМ ДВО РАН.

Положения, выносимые на защиту:

1. На примере кумовых раков показано, что первыми колонизаторами изолированной глубоководной котловины Японского моря являются виды эврибатных широкораспространенных таксонов.

2. Фауна кумовых раков абиссали Мирового океана представлена видами из широкораспространенных как глубоководных, так и эврибатных родов.

3. Для абиссальных кумовых раков, как и для других ракообразных надотряда Peracarida (Isopoda, Amphipoda), ультраабиссальные глубины являются биогеографическим препятствием для расселения.

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов исследования обеспечена современной методикой сбора материала с применением эпибентосного салазочного трала, сконструированного для отлова мелкой и подвижной бентосной макрофауны; объемом проанализированного нового материала и сборов НИС «Витязь» (105 проб, 5762 экземпляра) и использованием литературных данных (309 литературных источников).

Таксономическая обработка материала проводилась по общепринятым в мире методикам. Определение видовой принадлежности выполнено с использованием отечественных и зарубежных определителей и статей. При возникновении спорных вопросов проводилось сравнение изучаемого материала с коллекциями музеев Института биологии моря ДВО РАН, Зоологического института РАН и Зоологического музея Университета Гамбурга. Качество идентификации подтвердили ведущие специалисты по группе кумовых раков Уте Мюленхардт-Зигель (Dr. Ute Mühlenhardt-Siegel) и Л.А. Царева.

Для проведения анализа данных результаты исследования были скомпонованы в виде графиков и таблиц.

Личный вклад автора заключается в сборе, фиксации и обработке материала в ходе экспедиции KuramBio (2012 г.); таксономической работе: идентификации материала, описании новых видов и рода; выполнении статистической и графической обработки полученных данных, их анализа, обобщения и сопоставления с имеющимися литературными данными, а также в подготовке публикаций.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены на Российско-Германском рабочем совещании «Взгляд в будущее II» –

глубоководные исследования северо-западной Пацифики (Russian-German Workshop “Future Vision II” – Deep-Sea Investigations in the Northwestern Pacific) (Владивосток, 2013); на собрании стипендиатов Лаборатории Отто-Шмидт (Otto-Schmidt-Laboratory Fellowship meeting) (Санкт-Петербург, 2013, январь 2014, декабрь 2014); Российско-Китайском билатеральном симпозиуме по изучению влияния глобальных изменений на состояние морских экосистем в северо-западной части Тихого океана (Marine Ecosystems under the Global Change in the Northwestern Pacific) (Владивосток, 2012); региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам (Владивосток, 2014); I межрегиональной молодежной школе-конференции «Актуальные проблемы биологических наук» (Владивосток, 2013); на семинаре в Зоологическом институте и музее Университета Гамбурга (Zoologisches Institut und Zoologisches Museum Universität Hamburg, 2013); на ежегодных научных конференциях ИБМ ДВО РАН (Владивосток, 2013, 2014, 2015).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ. Из них 5 печатных статей в журналах, входящих в международную реферативную базу данных и систему цитирования Web of Science, и 5 тезисов.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, списка цитируемой литературы, а также приложения. Объём диссертации составляет 209 страниц. Работа проиллюстрирована 37 рисунками и 12 таблицами. Список литературы состоит из 309 наименований, из них 228 на иностранных языках. Приложение на 14 страницах представлено таблицей.

Благодарности. Сердечно благодарю своего научного руководителя к.б.н. М.В. Малютину за помощь и ценные советы на всех этапах исследования. Отдельную благодарность выражаю Л.А. Царевой за обучение основам таксономии кумовых раков. Особую признательность выражаю д.б.н. А.В. Чернышеву за помощь в осмыслении и оформлении диссертационной работы. Я хочу выразить благодарность д.б.н., проф. В.Г. Чавтуру за ценные замечания и конструктивную критику. Выражаю огромную признательность к.б.н. Г.М. Каменеву, оказавшему помощь в использовании статистического пакета PRIMER. Большое спасибо сотрудникам лаборатории морских исследований ЗИН РАН и особенно к.б.н. В.В. Петряшеву за помощь и содействие на практическом этапе выполнения работы. Особую благодарность выражаю руководителю с немецкой стороны экспедиций SoJaBio, KuramBio и

SokhoBio проф. Ангелике Брандт (Prof. Dr. Angelika Brandt) и замечательному специалисту по группе кумовых раков Уте Мюленхардт-Зигель (Dr. Ute Mühlenhardt-Siegel) за ценные советы и рекомендации. Выражаю огромную благодарность всем сотрудникам лаборатории хорологии ИБМ ДВО РАН за помощь и поддержку, оказанную в ходе подготовки и проведения работы. Хочется поблагодарить всех сотрудников ИБМ ДВО РАН, кто тем или иным образом содействовал выполнению работы.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы «Биоразнообразие Мирового океана: состав и распределение биоты» (№ госрегистрации 115081110047); а также при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-04-01431); Российского научного фонда (грант № 14-14-00232; грант № 14-50-00034); Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (проект № 15-П-6-089).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

Приведены сведения по биологии и экологии кумовых раков, отмечены особенности их образа жизни, питания, размножения и развития.

Рассмотрена история изучения фауны кумовых раков северо-западной части Тихого океана. Приведены сведения о работах российских и зарубежных исследователей в указанном районе.

Приведены сведения о морфометрии, рельефе дна, донных отложениях, течениях, климато-океанологических параметрах, температурном режиме и водных массах Японского моря и Курило-Камчатского района.

Глава 2. Материал и методика

Основным материалом для данной работы послужили сборы двух совместных немецко-российских глубоководных экспедиций. Для сбора макробентоса использовали эпибентосный салазочный трал (EBS), оснащенный фото- и видеокамерами и CTD-сенсорами для измерения основных параметров среды (температуры, солености, содержания кислорода, скорости придонных течений). В настоящее время эпибентосный салазочный трал является самым эффективным прибором для сбора макрофауны – он обеспечивает сбор хрупких подвижных мелких ракообразных с минимумом

повреждений, что обычно является проблемой при использовании других орудий.

Общая характеристика работ, выполненных в экспедиции SoJaBio.

С 11 августа по 5 сентября 2010 года на научно-исследовательском судне «Академик М.А. Лаврентьев» (51-й рейс) была проведена экспедиция SoJaBio («Sea of Japan Biodiversity studies») – «Исследование биоразнообразия Японского моря». В ходе экспедиции выполнена комплексная океанологическая и биологическая съемка на 19 станциях 4 разрезов в северо-западной части Японского моря (рис. 1). На глубинах от 455 до 3666 м было проведено 24 успешных траления эпибентосным салазочным тралом.

Общая характеристика работ, выполненных в экспедиции KuramBio.

В период с 21 июля по 7 сентября 2012 года была проведена глубоководная экспедиция на борту немецкого научно-исследовательского судна «Зонне» (рейс SO 223). Экспедиция по проекту «KuramBio» («Kurile Kamchatka Deep Sea Biodiversity Study») – «Исследование биоразнообразия глубоководного бентоса района Курило-Камчатского желоба» работала на западном склоне Курило-Камчатского желоба и прилегающей с востока абиссальной океанической равнине (рис. 1).

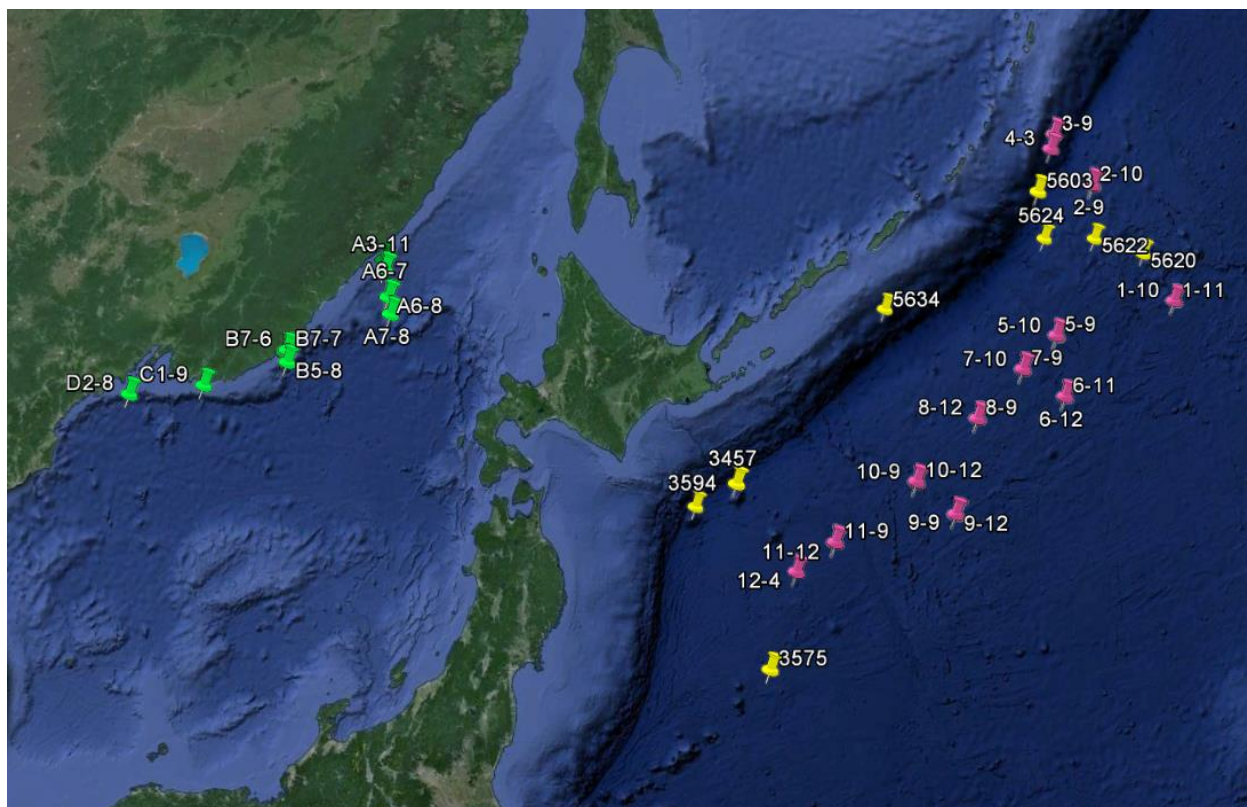


Рисунок 1 – Карта-схема района исследования со станциями, обработанными автором. Зеленые метки – сборы SoJaBio, розовые – KuramBio, желтые – НИС «Витязь».

В ходе экспедиции выполнена комплексная гидробиологическая бентосная съемка на 12 станциях 4 разрезов. Было проведено 21 успешное траление эпибентосным салазочным тралом в интервале глубин от 4830 до 5780 м.

Пробы кумовых раков, собранные НИС «Витязь».

Обработан и изучен неидентифицированный материал по кумовым ракам, собранный НИС «Витязь» с 8 станций, находящихся в районе, изученном KuramBio (рис. 1) (материал предоставлен для определения сотрудниками музея Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург).

Пробы в экспедициях на НИС «Витязь» были получены при помощи дночерпателя «Океан» с площадью захвата 0,25 м² и трала Сигсби.

Обработка проб в лаборатории.

Материал был исследован на стереомикроскопах МБС-9, SteREO Discovery.V8 (Carl Zeis), SteREO Discovery.V12 (Carl Zeis), Olympus SZX7, Leica MZ12.5, микроскопах Laboval 4, Olympus CX31 и сканирующем электронном микроскопе Zeiss Evo 40.

Определенный материал, за исключением типового, хранится в коллекции лаборатории хорологии ИБМ ДВО РАН. Типовые экземпляры новых видов, описанных в ходе настоящей работы, хранятся в музее ИБМ ДВО РАН и в Зоологическом музее Университета Гамбурга.

Сравнение видовых списков станций экспедиций SoJaBio и KuramBio осуществлялось методами иерархического кластерного анализа с помощью дендрограмм сходства и двумерных диаграмм сходства (MDS-диаграмм) с использованием статистического пакета PRIMER v6. Первичной основой для его выполнения служила матрица данных, представляющая собой перечень видов для каждой станции с их качественной характеристикой, выраженной как присутствие (=1) или отсутствие (=0). На основе матрицы данных рассчитывался коэффициент Брея–Кертиса (Bray, Curtis, 1957).

Для отображения соотношения собранного материала и прогностической оценки видового богатства построен график с использованием индекса Chao2 (Chao, 1987).

Для оценки степени сходства выделенных районов исследуемой акватории их видовые списки сравнивались с использованием коэффициента сходства Сёренсена–Чекановского (Андреев, 1980)

Для выявления абиотических факторов и их комбинаций, в наибольшей степени определяющих количественное распределение кумовых раков,

рассчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена и проведен пошаговый множественный регрессионный анализ с последовательным включением значимых факторов. Обработка данных выполнена с использованием программного пакета STATISTICA 12.

Глава 3. Доля кумовых раков в глубоководных бентосных сообществах

Проведено сравнение таксономического состава макрофауны глубоководной части Японского моря и Курило-Камчатского района, которое показало, что в обоих районах и по численности, и по видовому богатству доминирует класс Malacostraca, за которым следует класс Polychaeta (Golovan et al., 2013; Brandt et al., 2013, 2015). Доминирование в бентосе высших раков типично для глубоководных районов Мирового океана (абиссаль южной Атлантики (Brandt et al., 2014), батиаль у западной Австралии (Poore et al., 2015), так же, как и доминирование полихет (Атлантический сектор Южного океана (Brandt et al., 2004, 2005), батиаль у восточной Гренландии (Brandt, Schnack, 1990), батиаль в районе Южных Сандвичевых островов (Kaiser, 2008). Высшие раки и полихеты преобладают над остальными классами животных макрофауны практически во всех изученных глубоководных районах Мирового океана (Arntz et al., 1997; Clarke, Johnston, 2003; Brandt et al., 2004, 2007a; Kaiser, 2008), и Курило-Камчатский район и Японское море не являются исключениями (Golovan et al., 2013; Brandt et al., 2013, 2015).

Внутри надотряда Peracarida процентное соотношение варьирует в разных глубоководных районах. Однако в целом по численности и видовому богатству доминируют отряды Isopoda (в некоторых районах атлантического сектора Южного океана, в Ангольской котловине, в глубоководной котловине Японского моря и абиссали Курило-Камчатского района) (Brandt et al., 2004, 2005, 2007b, 2014, 2015; Golovan et al., 2013) и Amphipoda (в районе Южных Сандвичевых островов, в некоторых районах атлантического сектора Южного океана) (Brandt et al., 2007a; Brökeland et al., 2007; Kaiser, 2008). Кумовые раки в глубоководных районах Мирового океана составляют значимую часть (9–33% от перакарид), однако доминируют редко (например, в батиали у восточной Гренландии (Brandt, Schnack, 1990). Отряд Tanaidacea обычно составляет небольшую часть от надотряда, однако в батиали западной Австралии он является доминирующим отрядом перакарид (Poore et al., 2015). Мизиды (бентические и бенто-пелагические виды, собранные EBS) являются

редкой группой во всех изученных глубоководных районах (Brandt et al., 2005, 2007a, b; Brökeland et al., 2007; Kaiser, 2008; Poore et al., 2015).

В сборах EBS батиаля и псевдоабиссали Японского моря и абиссали Курило-Камчатского района отряды надотряда Peracarida располагаются в следующей последовательности по убыванию численности: в Японском море – Isopoda (37%), Amphipoda (28,7%), Cumacea (18,8%), Tanaidacea (13,4%), Mysidacea (2,1%) (Golovan et al., 2013); в океанической абиссали, прилегающей к Курило-Камчатскому желобу – Isopoda (61%), Amphipoda (19,8%), Cumacea (9,8%), Tanaidacea (9,2%), Mysidacea (0,2%) (Brandt et al., 2015).

Глава 4. Фауна и особенности распределения кумовых раков в батиаля и псевдоабиссали Японского моря

По литературным данным до настоящего исследования было известно 15 видов кумовых раков, обитающих в Японском море глубже 500 м. В сборах SoJaBio обнаружено 26 видов кумовых раков из 13 родов и 5 семейств. С учетом этого и данных недавней японской экспедиции (Akiyama, 2014) список видов кумовых раков батиаля и псевдоабиссали Японского моря к настоящему времени включает 45 видов, однако, возможно, некоторые виды, собранные японскими исследователями, окажутся общими с видами из материалов SoJaBio. После экспедиции SoJaBio в глубоководной котловине Японского моря видовой список увеличен на 15 видов, не менее 7 видов обнаружены нами в Японском море впервые. Представители родов *Lamprops* и *Cumella*, как и семейства Pseudocumatidae (род *Petalosarsia*), впервые отмечены для Японского моря глубже 500 м.

По убыванию численности семейства кумовых раков располагаются в следующей последовательности: Leuconidae (43% от числа собранных кумовых раков; 3 рода, 7 видов), Nannastacidae (22%; 2 рода, 8 видов), Diastylidae (20%; 5 родов, 7 видов), Pseudocumatidae (9%; 1 род, 1 вид), Lampropidae (6%; 2 рода, 3 вида).

В котловине Японского моря выделяются две батиметрические зоны: верхняя батиаль (450–1500 м), где встречается 26 видов кумовых, и нижняя батиаль с псевдоабиссалью (2500–3360 м), где обнаружены только *Leucon* aff. *fulvus* и видовой комплекс *Eudorella* spp. (~3 вида) (рис. 2).

На основании прогностической оценки видового богатства установлено, что дальнейшие исследования сублиторали и верхней батиаля должны

увеличить количество новых видов кумовых, в то время как нижняя батиаль и псевдоабиссаль Японского моря изучены достаточно полно.

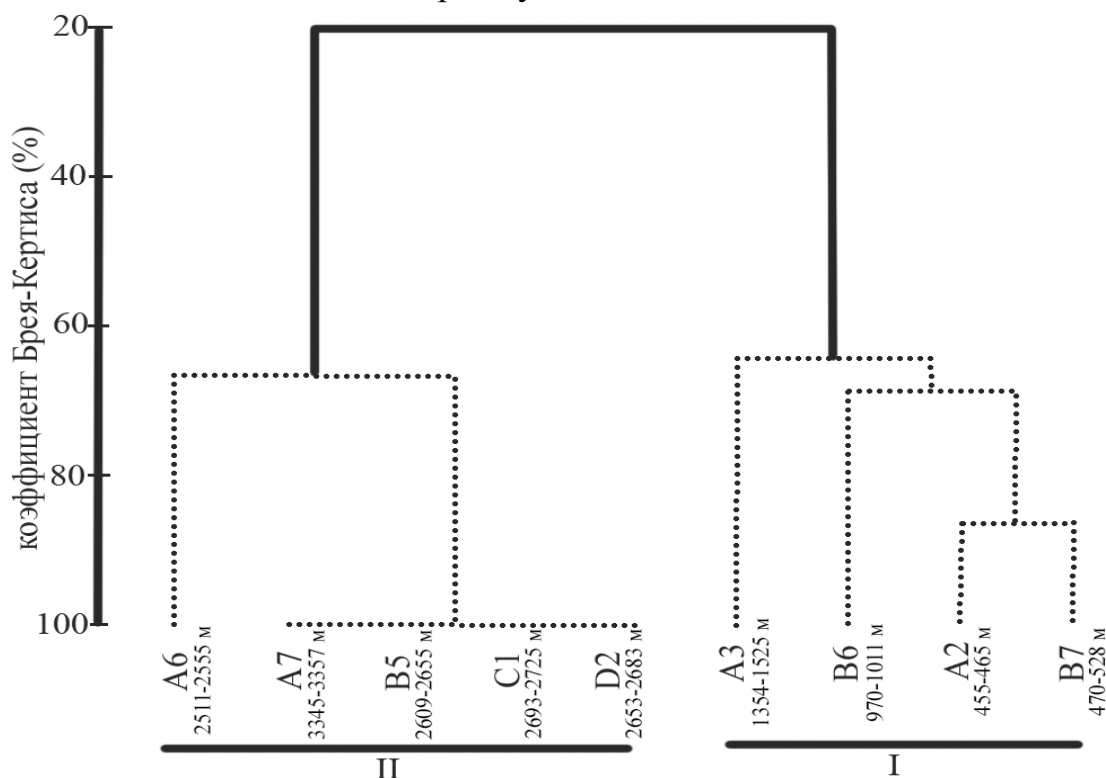


Рисунок 2 – Дендрограмма сходства станций экспедиции SoJaBio (траления EBS на станциях суммированы).

Ареалы тихоокеанских видов и их объединение в 4 группы приняты в соответствии с работами по родственным группам перакарид (Кусакин, 1979; Петряшев, 2005). Анализ распределения видов отряда Cumacea Японского моря позволяет выделить следующие группы:

I. Виды, широко распространенные в Мировом океане (1 вид).

II. Виды, обитающие в холодных и умеренных водах северного полушария, выходящие за пределы северной части Тихого океана (12 видов, 1 подвид).

III. Виды, распространенные как в бореальных, так и в субтропических водах (15 видов).

IV. Эндемичные бореальные тихоокеанские виды (50 видов и 4 подвида).

В результате биогеографического анализа выявлено, что в фауне кумовых раков, населяющих Японское море во всем диапазоне глубин, преобладают эндемичные бореальные тихоокеанские виды. Этот тип распространения преобладает в каждом семействе, кроме Pseudocumatidae. В северной части моря основу фауны составляют эндемичные бореальные тихоокеанские виды,

в то время как в южной части моря преобладают виды, распространенные как в бореальных, так и в субтропических водах. На глубинах более 500 м возрастает доля видов, относящихся к биогеографической группе «эндемы холодных и умеренных вод северного полушария, выходящие за пределы северной части Тихого океана». 16 видов и 1 подвид (20,5%) кумовых раков – эндемы Японского моря, что является сравнительно высокой степенью эндемизма. Эндемичными для Японского моря преимущественно являются виды эволюционно молодых семейств *Nannastacidae* и *Leuconidae*.

Установлено, что нижнюю батиаль и псевдоабиссаль Японского моря населяют эврибатные батиальные виды из широкораспространенных богатых видами родов холодноводных семейств кумовых раков. Основное влияние на состав глубоководной фауны кумовых раков Японского моря оказывает изолированность глубоководной котловины мелководными проливами. Малое количество видов и их принадлежность к батиальным эндемам, вероятно, свидетельствует о том, что батиаль и псевдоабиссаль Японского моря находятся на начальной стадии заселения и в настоящее время на максимальных глубинах обнаружены первые вселенцы отряда *Cumacea*.

Глава 5. Фауна и особенности распределения кумовых раков в абиссали Курило-Камчатского района

Впервые проведен анализ состава и распределения фауны кумовых раков абиссали Тихого океана, примыкающей к Курило-Камчатскому желобу. В Курило-Камчатском районе было известно лишь 2 глубоководных вида кумовых. В результате настоящего исследования в районе, изученном в ходе экспедиции KuramBio, обнаружено 72 вида кумовых раков из 24 родов и 5 семейств, из которых 93% составляют новые для науки виды. При этом согласно прогностической оценке видового богатства на данной акватории должно обитать не менее 85 видов. Впервые в исследованном районе зарегистрированы 6 родов кумовых раков: представители родов *Pseudoleptostyloides* и *Platycuma* впервые обнаружены в Тихом океане, виды родов *Cyclaspoides*, *Bathylamprops* и *Styloptocuma* впервые собраны в северной Пацифике, род *Abyssoleucon* Lavrenteva et Mühlenhardt-Siegel, 2015 описан как новый для науки.

По убыванию численности семейства кумовых раков располагаются в следующей последовательности: *Leuconidae* (35% от числа собранных кумовых раков; 4 рода, 10 видов), *Nannastacidae* (25%; 5 родов, 20 видов),

Diastylidae (21%; 7 родов, 22 вида), Bodotriidae (10%; 2 рода, 8 видов), Lampropidae (9%; 6 родов, 12 видов).

На изученной KuramBio акватории выделяется два абиссальных района, разделенные ультраабиссалью Курило-Камчатского желоба: западный склон желоба и океаническая абиссальная равнина, примыкающая с востока (рис. 3).

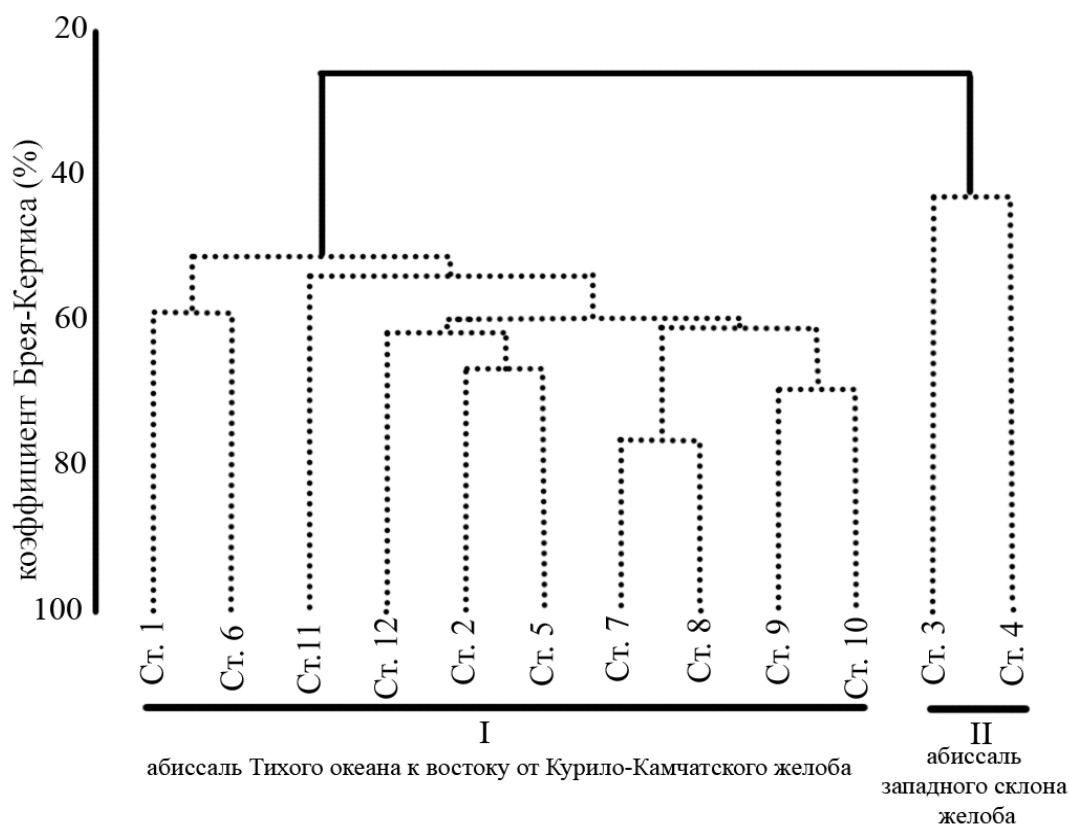


Рисунок 3 – Дендрограмма сходства станций экспедиции KuramBio (траления EBS на станциях суммированы).

Ограничивающее влияние ультраабиссальных глубин наблюдается на абиссальных представителях отряда Cumacea и других ракообразных надотряда Peracarida (Isopoda, Amphipoda) (Elsner et al., 2015; Jażdżewska, 2015).

Глубоководная фауна кумовых раков океанической абиссали Курило-Камчатского района представлена эндемичными видами (93%), однако из эндемиков родового ранга можно назвать только описанный нами род *Abyssoleucon* Lavrenteva et Mühlenhardt-Siegel, 2015, а в целом абиссальная фауна Cumacea как Курило-Камчатского района, так и всего Мирового океана представлена широкораспространенными как глубоководными, так и эврибатными родами (при этом глубоководных родов больше), что характерно также и для родственного отряда перакарид – равноногих ракообразных (Malyutina, Brandt, 2007, 2015).

Глава 6. Влияние абиотических факторов на распределение глубоководных кумовых раков

Для проверки гипотезы о том, что численность кумовых раков зависит от абиотических факторов среды, был проведен статистический анализ и выявлены наиболее значимые факторы.

Результаты расчета коэффициентов корреляции Спирмена были ожидаемы: в глубоководной котловине Японского моря количество кумовых раков сильнее всего коррелирует с глубиной (отрицательная корреляция) и с концентрацией кислорода (положительная корреляция), однако первопричина уменьшения количества кумовых с глубиной, скорее всего, кроется в ранних стадиях заселения больших глубин котловины моря, изолированной мелководными проливами от океанической абиссали.

В абиссали Курило-Камчатского района отмечено наибольшее влияние на плотность поселений кумовых раков придонной температуры и глубины (отрицательная корреляция) и концентрации кислорода (положительная корреляция).

Плотность распределения кумовых в абиссали Курило-Камчатского района находится в диапазоне от 5 экз./1000 м² до 80 экз./1000 м² и в среднем составляет 29,4 экз./1000 м². В других абиссальных районах Мирового океана плотность распределения представителей отряда Cumacea ниже: в Ангольской котловине от 0,8 до 45 экз./1000 м² и в среднем – 17,3 экз./1000 м² (Brandt et al., 2005), в Южном океане от 0,1 до 85 экз./1000 м², в среднем – 8,3 экз./1000 м² (Brökeland et al., 2007). Максимальное видовое богатство кумовых также отмечено для абиссали северо-западной Пацифики – 92 вида (70 видов в сборах KuramBio), в Ангольской котловине – 42 вида (Mühlenhardt-Siegel, 2003, 2005a, b, c, d, e), в Южном океане – 30 видов (Mühlenhardt-Siegel, 2014). В эвтрофной зоне океана, прилегающей к Курило-Камчатскому желобу, отмечено более высокое содержание органического углерода и более низкий уровень кислорода, чем в других абиссальных районах Мирового океана (Mantyla, Reid, 1983), в связи с чем основным фактором, влияющим на численность кумовых раков в абиссали Курило-Камчатского района, является содержание кислорода, в то время как в абиссали Атлантического океана главным фактором, лимитирующим распространение животных инфауны, является в первую очередь наличие пищи, а уже затем – содержание кислорода (Galeron, 2001).

Абиссаль северо-западной Пацифики относится к наиболее древним глубоководным районам Мирового океана (Mantyla, Reid, 1983). Фауна северо-западной части Тихого океана развивалась в течение более длительного геологического времени, нежели в других абиссальных районах Мирового океана, что, вероятно, и является причиной более высокого видового богатства.

Глава 7. Состав и распределение надвидовых таксонов кумовых раков в северо-западной Пацифике

В выделенных для сравнения районах северо-западной Пацифики (северная часть Японского моря, южная часть Японского моря, район Тихого океана у южной Японии, район Тихого океана у северной Японии и прикурильский район) на глубине менее 500 м большее сходство фаун отмечено у районов, находящихся в одной климатической зоне. Вероятно, распространение кумовых раков в сублиторали определяется температурой, а на глубинах более 500 м определяющим фактором становится изоляция Японского моря от батииали и абиссали Тихого океана, связь с которым осуществляется через мелководные проливы.

Установлены особенности распределения надвидовых таксонов кумовых раков в северо-западной Пацифике. Сублиторальные роды *Pseudoleucon* и *Nippoleucon* (Leuconidae), *Pavlovskeola* (Nannastacidae) и абиссальный *Abyssoleucon* (Leuconidae) – эндемы северо-западной Пацифики. Шесть родов повсеместно встречаются в северо-западной части Тихого океана: богатые видами, широкораспространенные роды *Campylaspis* (Nannastacidae), *Eudorella* и *Leucon* (Leuconidae), включающие преимущественно эврибатные виды; богатый видами, широкораспространенный, представленный главным образом мелководными видами род *Cumella* (Nannastacidae); тепловодный род *Dimorphostylis* (Diastylidae), представленный 16 видами в южных районах северо-западной Пацифики и 1 – в северных; холодноводный род *Lamprops* (Lampropidae) (по 1 виду в южных районах северо-западной Пацифики).

Род *Paraleptostylis* (Diastylidae) на изученной акватории обнаружен только в Японском море, хотя не является его эндемом, встречаясь также в море Лаптевых. Роды *Gaussicuma* (Bodotriidae) и *Pavlovskeola* (Nannastacidae) в северо-западной Пацифике встречаются в северной части Японского и Охотском морях. Род *Pseudoleucon* (Leuconidae) обитает только в двух южных

районах северо-западной Пацифики. Глубоководный род *Bathycuma* (Bodotriidae) встречается в трех выделенных районах Тихого океана, однако не способен преодолеть мелководные проливы, чтобы населить батиаль и псевдоабиссаль Японского моря. В трех северных районах встречаются виды холодноводных родов *Brachydiastylis* и *Diastylopsis* (Diastylidae), *Mesolamprops* (Lampropidae), *Eudorellopsis* (Leuconidae).

На акватории Тихого океана у южной Японии известны 6 преимущественно сублиторальных тепловодных родов, не встречающихся в других районах северо-западной Пацифики: *Cumopsis*, *Cyclaspis*, *Iphinoe* и *Symphodomma* (Bodotriidae), *Paradiastylis* (Diastylidae) и *Zimmeriana* (Gynodiastylidae).

В прикурильском районе обнаружены 7 глубоководных родов, не встречающихся в других районах северо-западной Пацифики: *Abyssoleucon* (Leuconidae), *Bathylamprops* (Lampropidae), *Divacuma*, *Leptostyloides* и *Pseudoleptostyloides* (Diastylidae), *Procampylaspis* и *Styloptocuma* (Nannastacidae).

Впервые проанализировано распространение мировой абиссальной фауны отряда Cumacea и отмечено, что для абиссали Мирового океана наиболее типичными являются роды *Bathycuma* и *Cyclaspoides* (Bodotriidae), *Makrokylindrus*, *Diastylis* и *Divacuma* (Diastylidae), *Bytholeucon*, *Leucon* и *Eudorella* (Leuconidae), *Hemilamprops* (Lampropidae), *Campylaspis* и *Atlantocuma* (Nannastacidae). Шесть из них – глубоководные (абиссальные или батиально-абиссальные роды) и 5 – эврибатные (встречаются от литорали или от сублиторали до абиссали). Отмечено, что заселение абиссальных глубин Мирового океана происходило и происходит главным образом за счет эволюционно молодых семейств кумовых раков.

ВЫВОДЫ

1. В абиссали района Курило-Камчатского желоба обнаружено 72 вида отряда Cumacea из 24 родов и 5 семейств, из них 67 видов (93%) – новые для науки. Найден новый для науки род *Abyssoleucon* Lavrenteva et Mühlenhardt-Siegel, 2015, роды *Pseudoleptostyloides* и *Platycuma* впервые отмечены в Тихом океане, роды *Cyclaspoides*, *Bathylamprops* и *Styloptocuma* впервые собраны в северной Пацифике.

В Японском море глубже 500 м обитает не менее 37 видов из 14 родов и 5 семейств кумовых раков. Впервые в Японском море на глубине более 500 м обнаружены роды *Lamprops*, *Cumella* и *Petalosarsia*.

2. В абиссали Курило-Камчатского района и в батииали и псевдоабиссали Японского моря максимальная численность отмечена для семейства Leuconidae, а наибольшее количество видов – для семейств Diastylidae и Nannastacidae.

3. В районе, исследованном KuramBio, по сходству видового состава кумовых раков выделяются 2 района, разделенные ультраабиссалью Курило-Камчатского желоба: абиссаль западного склона желоба и океаническая абиссаль Тихого океана к востоку от желоба.

В северной части Японского моря глубже 500 м по сходству видового состава кумовых выделяются: верхняя батиаль и нижняя батиаль с псевдоабиссалью.

4. В фауне кумовых раков северной части Японского моря преобладают эндемичные бореальные тихоокеанские виды, что характерно и для фауны Японского моря в целом, несмотря на то что в южной части моря наибольшую долю составляют виды, обитающие в бореальных и субтропических водах. На глубинах более 500 м по сравнению с сублиторалью на 8–14% возрастает доля видов, относящихся к биогеографической группе «эндемы холодных и умеренных вод северного полушария, выходящие за пределы северной части Тихого океана».

Эндемы Японского моря (16 видов и 1 подвид; 20,5%) преимущественно являются видами эволюционно молодых семейств кумовых раков Nannastacidae и Leuconidae.

5. В Японском море на глубинах свыше 500 м численность отряда Cumacea составляет 7,7% от общей численности макробентоса и 18,8% от надотряда Peracarida, а в океанической абиссали, прилегающей к Курило-Камчатскому желобу – 2% от макробентоса и 9,8% от перакарид.

6. В абиссали Курило-Камчатского района отмечена отрицательная корреляция плотности поселений кумовых раков с глубиной и температурой и положительная – с концентрацией кислорода.

Бедность фауны и низкая плотность поселений кумовых раков глубоководной котловины Японского моря объясняется начальной стадией заселения ими батиаля и псевдоабиссали, изолированной от океанических глубин мелководными проливами.

7. Установлено, что для абиссали всего Мирового океана наиболее типичными являются виды 6 глубоководных и 5 эврибатных родов: *Bathycuma* и *Cyclaspoides* (Bodotriidae), *Makrokyllindrus*, *Diastylis* и *Divacuma* (Diastylidae), *Bytholeucon*, *Leucon* и *Eudorella* (Leuconidae), *Hemilamprops* (Lampropidae), *Campylaspis* и *Atlantocuma* (Nannastacidae).

Виды, обитающие в абиссали северо-западной Пацифики, относятся к 18 типично-глубоководным и 7 эврибатным родам. Псевдоабиссаль Японского моря населяют эврибатные батиальные виды широкораспространенных эврибатных родов *Leucon* и *Eudorella*.

8. По материалам глубоководных экспедиций описаны новый род *Abyssoleucon* (Leuconidae) и 8 новых для науки видов кумовых раков: *Pseudoleptostyloides marinamalyutinae*, *Leptostylis neleae*, *Diastylis galtsevorum*, *Divacuma kurambio*, *Bathycuma sonne*, *Cyclaspoides borisovetsi*, *Abyssoleucon tzarevae*, *Campylaspis vassilenkoae* (Лаврентьева, Царева, 2013; Lavrenteva, Mühlenhardt-Siegel, 2015; Mühlenhardt-Siegel, Lavrenteva, 2015).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК:

1. **Lavrenteva A.V.**, Mühlenhardt-Siegel U. Three new species and one new genus of abyssal Cumacea (Crustacea, Malacostraca, Peracarida) from the Kuril-Kamchatka Trench area // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2015. Vol. 111. P. 301–324.
2. Mühlenhardt-Siegel U., **Lavrenteva A.V.** Selected species of the family Diastylidae (Cumacea, Peracarida, Crustacea) from the deep-sea of the NW Pacific // *Zootaxa*. 2015. Vol. 3956, № 3. P. 345–373.
3. **Лаврентьева А.В.**, Царева Л.А. *Campylaspis vassilenkoae* sp. n. – новый вид кумовых раков (Cumacea: Nannastacidae) из батииали Японского моря // *Биология моря*. 2013. Т. 39, № 3. С. 186–195.
4. Brandt A., Elsner N.O., Malyutina M.V., Brenke N., Golovan O.A., **Lavrenteva A.V.**, Riehl T. Abyssal macrofauna of the Kuril-Kamchatka Trench area (Northwest Pacific) collected by means of a camera-epibenthic sledge // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2015. Vol. 111. P. 175–187.
5. Golovan O.A., Błazewicz-Paszkowycz M., Brandt A., Budnikova L.L., Elsner N.O., Ivin V.V., **Lavrenteva A.V.**, Malyutina M.V., Petryashov V.V., Tzareva L.A. Diversity and distribution of peracarid crustaceans (Malacostraca) from the continental slope and the deep-sea basin of the Sea of Japan // *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2013. Vol. 86–87. P. 66–78.

Работы в материалах конференций:

6. **Lavrenteva A.V.** First data on the Cumacea fauna based on materials collected during the Russian-German KuramBio expedition // *Proceedings of the Russian-German Workshop “Future Vision II” – Deep-Sea Investigations in the Northwestern Pacific*. Vladivostok: Dalnauka, 2013. P. 64–69.
7. **Lavrenteva A.V.**, Tzareva L.A. A preliminary analysis of the Cumacea fauna (Crustacea, Peracarida) from deep water basin of the Sea of Japan based on the material of the Russian-German SoJaBio 2010 Expedition // *Proceedings of the Russia-China Bilateral Symposium on Marine Ecosystems under the Global Change in the Northwestern Pacific*. Vladivostok: Dalnauka, 2012. P. 99–102.
8. **Лаврентьева А.В.** Первая находка кумового рака (Cumacea, Peracarida, Malacostraca) из рода *Cyclaspoides* в северной части Тихого океана // *Материалы региональной научно-практической конференции студентов,*

аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2014. С. 17–20.

9. **Лаврентьева А.В.**, Царева Л.А. Биogeографическая структура фауны кумовых раков (*Cumacea*) северо-западной части Японского моря // I межрегиональная молодежная школа-конференция «Актуальные проблемы биологических наук». Владивосток: Русский остров, 2013. С. 141–147.

10. **Лаврентьева А.В.**, Царева Л.А., Кепель А.А. Состав и распределение кумовых раков (*Cumacea*) Дальневосточного морского биосферного заповедника (по данным дночерпательных сборов 2005–2008 гг.) // X Дальневосточная конференция по заповедному делу. Благовещенск: Издательство БГПУ, 2013. С. 190–192.

ЛАВРЕНТЬЕВА

Анна Вадимовна

ФАУНА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБОКОВОДНЫХ КУМОВЫХ РАКОВ
(CRUSTACEA: CUMACEA) В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

03.02.10 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Подписано в печать 26.03.2016 г. Формат 60 x 84/16.

Усл. печ. л. 1.0. Уч.-изд. л. 1.0. Тираж 120 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Литера V»,

ИНН 2536225810, 690091, г. Владивосток,

ул. Светланская, 31В, e-mail: litera_v@mail.ru