

На правах рукописи

ГАРИБЯН ПЕТР ГРИГОРЬЕВИЧ

**ФАУНА ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CRUSTACEA: CLADOCERA)
ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И КОРЕЙСКОГО
ПОЛУОСТРОВА**

03.02.10–«гидробиология»

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва–2020

Работа выполнена в Лаборатории экологии водных сообществ и инвазий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН).

Научный руководитель: **Котов Алексей Алексеевич**
доктор биологических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН

Официальные оппоненты: **Колбасов Григорий Александрович**
доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Курашов Евгений Александрович
доктор биологических наук, профессор, заведующий Лабораторией гидробиологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт озерадения Российской академии наук

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт биологии внутренних вод** им. И.Д. Папанина Российской академии наук (п. Борок, Некоузский район Ярославской области)

Защита состоится «__» 2021 г. в __ часов __ минут на заседании диссертационного совета Д 002.213.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук по адресу: 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33. Тел/факс: +7(495)952-73-24, e-mail: admin@sevin.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Отделения биологических наук Российской академии наук по адресу 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, на сайте ФГБУН ИПЭЭ РАН по адресу: www.sev-in.ru и на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации по адресу: vak.minobrnauki.gov.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, к.б.н.

Елена Александровна Кацман

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. Изучение суммарного биологического разнообразия даже относительно небольшого региона единственным специалистом (или даже группой специалистов) технически невозможно вследствие необходимости исследовать десятки и сотни тысяч видов, относящихся к различным таксонам с различным уровнем разработанности систематики. Поэтому закономерности распределения биоразнообразия изучаются биологами на примере модельных групп. Для континентальных водоемов такой модельной группой являются ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera). Систематика ветвистоусых ракообразных быстро развивается. В связи с этим представляются особенно важными повторные фаунистические исследования регионов, считавшихся еще недавно "хорошо изученными". Предыдущие исследования микроскопических ракообразных юга Дальнего Востока РФ (Боруцкий и др., 1952; Барабанщиков, 2000, 2002; Яворская, 2008) и Кореи (Yoon, 2010) были зачастую поверхностными в плане определения таксономического статуса найденных животных. В последние годы сотрудниками Лаборатории экологии водных сообществ и инвазий ИПЭЭ РАН были начаты систематические исследования кладоцер континентальных вод Дальнего Востока РФ, в том числе и юга этого региона (Котов, Синев, 2011; Котов и др., 2011а, б), а также отдельных регионов Южной Кореи (Kotov, 2012; Jeong et al., 2014). В итоге было описано несколько новых для науки видов, отмечено проникновение в регион теплолюбивых тропических таксонов и наличие многочисленных эндемиков, принадлежащих к различным семействам (Котов, Синев, 2011; Jeong et al., 2013). Эти находки подтверждают мнение о специфичности данного региона и демонстрируют необходимость интенсификации работ по изучению его фауны. Разнообразие ветвистоусых ракообразных в регионе явно недооценено, а многие определения предыдущих авторов нуждаются в проверке. Это делает преждевременными какие-либо серьёзные биогеографические обобщения по региону (Котов, 2016). Многие районы юга Дальнего Востока РФ и Корейского полуострова ещё ждут своего исследования. За прошедшие годы сотрудниками ИПЭЭ, а также их коллегами-гидробиологами из других институтов РФ и Республики Корея, было собрано множество проб из данного региона. Их обработка поможет значительно повысить степень изученности фауны ветвистоусых ракообразных этого интересного в биогеографическом отношении региона, а также позволит гораздо глубже исследовать общие закономерности распределения биоразнообразия не только в нем, но и во всей зоне влияния умеренного муссонного климата в восточной части Евразии.

Цель работы: провести исследование видового состава и углубленный морфолого-систематический и зоогеографический анализ ветвистоусых ракообразных (Cladocera) юга Дальнего Востока и Корейского полуострова.

Задачи:

- 1) Составить полный список видов Cladocera юга Дальнего Востока РФ и Корейского полуострова;
- 2) Провести систематические ревизии слабоизученных групп видов;
- 3) Провести зоогеографический анализ выявленных в регионе таксонов, уточнить их принадлежность к фаунистическим комплексам;
- 4) Проанализировать изменения видового богатства кладоцер, распределения видов, соотношения представителей различных фаунистических комплексов в широтном диапазоне от нижнего течения Амура до крайнего юга Южной Кореи;
- 5) Исследовать состав эндемичного дальневосточного комплекса и прояснить его генезис.

Научная новизна. Впервые проведена полномасштабная инвентаризация фауны ветвистоусых ракообразных юга Дальнего Востока РФ и Корейского полуострова с использованием современных подходов к их систематике. Описано три новых для науки вида из данного региона и три вида из других регионов; получены новые данные по особенностям морфологического строения нескольких слабо изученных видов. Впервые продемонстрировано широкое распространение на юге Дальнего Востока и на Корейском полуострове видов южного тропического и эндемичного дальневосточного фаунистических комплексов. На примере ветвистоусых ракообразных показано, что исследованный регион является переходной зоной между фаунами бореального и субтропического типа, причем этот переход проявляется не только в смене видов, но и в изменении соотношения таксонов, относящихся к разным фаунистическим комплексам, а также в смене типов таксоценозов. Предложен алгоритм последовательного и комплексного применения статистических методов к анализу качественных фаунистических данных, показавший свою эффективность в данной работе.

Теоретическая и практическая значимость работы. Усилия по фаунистическому анализу микроскопических ракообразных и других гидробионтов учеными-систематиками, основанному на обработке качественных проб с таксономическими целями, представляют заметный интерес, поскольку именно при таком подходе достигается максимально точное определение гидробионтов. Однако такие работы проводятся эпизодически и зачастую бессистемно. В результате возможности фаунистического и биогеографического анализа данных, имеющихся у систематиков, в

настоящее время явным образом недоиспользуются. В работе предлагается простой алгоритм последовательного анализа качественных данных, получаемых в результате детального систематико-морфологического исследования некоего региона. Этот алгоритм может быть применен при анализе проб из других регионов и глобального анализа фаун различных гидробионтов.

Обработка материала привела к созданию коллекции проб кладоцер Дальнего Востока РФ и Южной Кореи, которая хранится в Лаборатории экологии водных сообществ и инвазий ИПЭЭ РАН. Данная коллекция собиралась всеми сотрудниками лаборатории на протяжении многих лет, по своим размерам и качеству она не имеет аналогов не только в России, но и во всем мире. На сегодняшний день в коллекции суммарно имеется 365 проб из водоемов Дальнего Востока РФ и 344 пробы из Южной Кореи. Результаты обработки проб занесены в электронную базу данных (на платформе Microsoft Access). Полученный материал доступен другим специалистам для дальнейших исследований. Имеющаяся коллекция способна стать основой для продолжения исследований ветвистоусых ракообразных всей Восточной Евразии, а также для исследований разнообразия кладоцер мировой фауны в целом. Кроме того, в пробах присутствуют и иные гидробионты, такие как веслоногие ракообразные, ракушковые раки и пр., которые могут представлять интерес для специалистов по этим группам. Предварительная информация по их встречаемости в исследованных пробах также занесена в базу данных.

Данные, полученные в ходе выполнения диссертации, могут быть использованы в аналитических работах по общим проблемам экологии и зонального распределения ветвистоусых ракообразных, а также при проведении гидробиологического мониторинга и прогнозирования экологического состояния водных экосистем.

Материалы диссертации будут использованы для составления определителя по фауне ветвистоусых ракообразных Северной Палеарктики в рамках работ по проекту РФФИ 18-14-00325. Кроме того, полученные данные могут быть использованы при подготовке курсов по экологии, гидробиологии и биогеографии для специалистов естественно-научного профиля.

Методология и методы исследования. Для определения ветвистоусых ракообразных в данной работе использован классический сравнительно-морфологический подход. Первым этапом такого анализа являлось предварительное определение таксонов по имеющимся определителям, а также статья и занесение полученных результатов в базу данных. Следующий этап – подробное исследование морфологии особей в отдельных популяциях каждого таксона, выявленного в регионе и дальнейшее ее сравнение с таковой

у особей из популяций из других регионов, по возможности включая типовые местообитания. Морфологические наблюдения были задокументированы при помощи рисунков. При обнаружении различий в морфологии особей из разных регионов делалось предположение, что перед нами группа близких видов, которая подвергалась морфологической ревизии, подтверждавшей или опровергавшей данную гипотезу. Подобный подход трудоемок и имеет свои ограничения, но при этом он является наиболее эффективным при инвентаризации фауны любого региона. Концентрируясь на поиске отличий в морфологии между различными популяциями, можно избежать ошибок, которые возникают при формальном использовании определителей. В нашей работе мы специально акцентировали внимание на морфологических признаках, поскольку надеемся, что этими результатами сможет воспользоваться большее число специалистов, связанных с гидробиологией, но не использующих генетические подходы. Полученные данные о встречаемости таксонов в пробах подвергались статистическому анализу. В каждом случае проверялась достоверность той или иной операции.

Некоторые работы проводились совместно с коллегами-генетиками, однако, автор диссертации сам не принимал участия в лабораторной части работы (выделении ДНК, постановке ПЦР, сдаче образцов на секвенирование, расшифровке полученных секвенограмм). Вклад автора заключался в том, что он подбирал подходящие для генетического анализа пробы и непосредственно отбирал из них особей, а также участвовал в интерпретации построенных деревьев.

Положения, выносимые на защиту:

1) Фауна ветвистоусых ракообразных юга Дальнего Востока и Корейского полуострова является уникальной как в масштабах Азии, так и мировой фауны.

2) От нижнего Амура до корейского острова Чеджу происходит смена бореальной фауны на субтропическую как по видовому составу и доле представителей разных фаунистических комплексов, так и по типу таксоценозов и преобладанию в них представителей разных фаунистических комплексов по их встречаемости.

Личный вклад соискателя. Тема диссертационной работы выбрана автором самостоятельно, им же предложена методика сбора, первичной обработки и дальнейшего анализа проб. Автор лично принял участие в сборе части полевого материала с юга Дальнего Востока и из Южной Кореи. Автором лично выполнены первичный разбор проб под бинокулярным микроскопом, составление списков видов, проведено формирование базы данных по фауне кладоцер юга Дальнего Востока РФ, а также матриц данных для всех типов статистического анализа. Интерпретация полученных результатов проводилась автором совместно со специалистами по математическим методам ИПЭЭ РАН.

Молекулярно-генетический анализ группы видов *Daphnia curvirostris* проведен коллективом проекта РНФ 18–14–00325, при непосредственном участии автора. Морфологический анализ группы видов *D. curvirostris* проведен исключительно автором данной диссертации. Автором написан текст диссертации по согласованному с научным руководителем плану, а также выполнены все рисунки, приведенные в работе. В случае, если работы по теме диссертации выполнялись в составе коллектива исследователей, имена соавторов указаны в соответствующих публикациях. В трех опубликованных статьях, вышедших в журналах, представленных в системе Web of Science Core Collection, автор диссертации выступал в роли первого (или единственного) автора публикации.

Степень достоверности и апробация результатов. В данной работе использовались общепринятые методики по сбору качественных проб и обработке собранного материала. Все статьи, в которых отражены основные положения работы, прошли рецензирование отечественными и зарубежными специалистами гидробиологами и зоологами и опубликованы в журналах, представленных в международных базах, данных Web of Science Core Collection и Scopus. Основные результаты были доложены на Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию кафедры "Зоология и экология" Пензенского государственного университета и памяти проф. В.П. Денисова (15–18 ноября 2016 г., Пенза); 11-ом Симпозиуме по Cladocera (24–29 сентября 2017 г., Кульмбах, Германия); Научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова "Актуальные проблемы изучения ракообразных" (17–20 мая 2018 г., Борок); Всероссийской научной конференции "Зоология Беспозвоночных: Новый век", посвященной 160-летию кафедры зоологии беспозвоночных МГУ (19–21 декабря 2018 г., МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва); Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных "Ломоносов-2019" (8–12 апреля 2019 г., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва); Научной конференции "Зоология беспозвоночных – новый век" (19–21 декабря 2019 г., МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва); 8 Международной конференции по Баркодинку (17–20 июня 2019 г., Трондхейм, Норвегия); XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием для молодых ученых по проблемам водных экосистем "Понт Эвксинский-2019" (23–27 сентября 2019 г., ФГБУН ИМБИ, г. Севастополь), Международной конференции, посвященной 50-летию Совместной Российско-Монгольской Комплексной Биологической Экспедиции РАН и АНМ (23–25 октября 2019 г., ИПЭЭ РАН, Москва) и XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции "Экология родного края: проблемы и пути их решения" (18 мая 2020 г., г. Киров).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 9 статей в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации изложено на 190 страницах машинописного текста. Работа состоит из введения, благодарностей, списка работ, опубликованных по теме диссертации, шести глав, заключения, выводов и списка литературы. Библиографический список содержит 361 источник, в том числе 256 – на иностранных языках. Текст проиллюстрирован 74 рисунками и снабжен 10 таблицами.

Благодарности. Хочу выразить огромную признательность Алексею Алексеевичу Котову за чуткое научное руководство и помощь на всех этапах работы. Благодарю Н.Н.Смирнова, Н.М. Коровчинского, А.В. Чабовского, А.Н. Неретину, Д.П. Карабанова, А.Ю. Синева, Е.С. Чертопруд, Р.Б. Сандлерского за ценные консультации. Также хочу поблагодарить за помощь в сборе проб В.С. Артамонову, Е.И. Барабанщикова, Ю.В. Деарта, Х.Г. Джеонга, М.Ю. Дьякова, П.А. Глазова, Д.П. Карабанова, А.А. Махрова, А.Ю. Синева, П.А. Сорокина. Огромное спасибо моим родным и близким за поддержку.

Все работы по морфолого-систематическому исследованию кладоцер юга Дальнего Востока РФ выполнены при поддержке гранта РНФ 18–14–00325. Исследования морфологии ветвистоусых ракообразных, выполненные в Южной Корее, были осуществлены за счёт Стипендии Президента Российской Федерации для обучающихся за рубежом на 2017/2018 учебный год. Углубленные исследования морфологии некоторых теплолюбивых кладоцер были выполнены при поддержке РФФИ (проект 18–34–00389 мол_а). Статистический анализ фаунистических данных выполнен в рамках работы по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных – кандидатов наук, руководитель – А.Н. Неретина (проект МК-525.2020.4).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **ВВЕДЕНИИ** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, описаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Муссонный климат во многом определяет природные условия на Дальнем Востоке. В данной работе наше внимание сосредоточено на исследовании пресноводной фауны северной части зоны, находящейся под его влиянием (Григорьева, 2008; Frederic et al.,

2013), а именно, юге Дальнего Востока РФ и Корейском полуострове с относительно сухим воздухом зимой и влажным и жарким летом, во время прихода муссона (Акимов и др., 2016). Большинство гидробиологических исследований данного региона касались преимущественно самых крупных водных объектов, хотя очевидно, что для более рационального использования водных ресурсов необходимо исследовать все водные объекты, от крупных озер, рек и водохранилищ до небольших прудов и даже луж. Исследования различных групп животных и растений свидетельствуют о специфичности исследуемого района, что, в частности, проявилось в том, что в некоторых схемах биогеографического районирования он получает особый биогеографический статус.

Исследования систематики и фаунистики кладоцер проводились в течение очень продолжительного времени во многих регионах планеты. Однако за два последних десятилетия систематика многих макротаксонов кладоцер претерпела существенные изменения. Особо сильные изменения в систематике произошли с введением новых методов исследований, таких как сканирующая электронная микроскопия и молекулярная генетика (Forró et al., 2008). На сегодняшний день известно около 850 валидных видов кладоцер (Kotov et al., 2019), и это число на сегодняшний день не отражает всего их разнообразия, очевидно, что остаются многочисленные виды, еще неизвестные науке. При работе с фауной конкретного водоема часто возникает проблематичная ситуация с определением кладоцер, поскольку по многим группам все еще отсутствуют полные определители. Очень важным направлением активности гидробиологов является создание коллекций проб ветвистоусых из местных водоёмов, которые помогут в будущем перепроверить и исправить полученные определения таксонов, что невозможно сделать при наличии лишь одних таксономических списков.

В последнее время достигнут явный прогресс в изучении морфологии, систематики и молекулярной биологии различных групп ветвистоусых ракообразных. В настоящее время наблюдается движение в сторону отказа от систематики, базирующейся исключительно на морфологии, при этом и генетики осознали необходимость сотрудничества с морфологами. Сотрудничество специалистов двух направлений оказывается наиболее плодотворным подходом к проведению таксономических ревизий.

К настоящему времени накоплена разносторонняя информация по фауне кладоцер, однако Северо-Восточная Евразия, территория которой по большей части принадлежит Российской Федерации (Котов, 2016), изучена явно недостаточно. До последнего десятилетия данные из этого региона были отрывочными (Майнулова, 1964) и были основаны на ключах, которые явно устарели. К настоящему времени начались масштабные генетические исследования кладоцер Восточной Азии, которые

продемонстрировали, что многие "широко распространенные" на территории Северной Евразии таксоны являются группами криптических видов.

Зоопланктон Дальнего Востока РФ периодически становился объектом отдельных исследований, которые в большинстве случаев были сконцентрированы на отдельных небольших регионах или даже отдельных водоемах (Майнулова, 1964; Боруцкий, 1952; Боруцкая и др., 2003). Для юга Дальнего Востока РФ, только озеро Ханка становилось объектом систематических исследований на протяжении многих лет (Рылов, 1933; Uéno, 1940; Боруцкий, 1952; Марковец, 1979). Также проведен ряд работ по исследованию кладоцер и копепод бассейна озера Болонь (Микулич, 1948; Кашина, 1948; Майнулова, 1964). В то же время, большинство водоемов региона не охвачено систематическими исследованиями.

После самых ранних исследований пресноводной фауны Кореи (Uéno, 1942; Yamamoto 1942, 1944), интерес к таким работам резко упал. Начиная с 1980-х годов было опубликовано несколько работ, посвященных кладоцерам Южной Кореи, позднее все полученные результаты были обобщены в монографии Юна (Yoon, 2010), в которой был представлен список из 55 видов с кратким описанием каждого. Ситуация кардинально поменялась с началом работ А.А. Котова и его корейских коллег, когда начали относительно регулярно выходить статьи, посвященные таксономии и фаунистике кладоцер, соответствующие современным стандартам подобных работ. К настоящему времени удалось выявить 85 валидных видов на территории Южной Кореи и указать на специфичность и разнообразие фауны кладоцер данного региона (Jeong et al., 2014, 2015). Однако фауна ветвистоусых ракообразных юга Дальнего Востока РФ и Кореи все еще изучена недостаточно.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор проб и их первичный анализ. Основным материалом для данного исследования послужили 387 пробы из 170 водоемов с Юга Дальнего Востока РФ и 344 пробы из 272 водоемов Южной Кореи (включая остров Чеджу) (Рис. 1). Часть проб лично собрана автором, остальные пробы были предоставлены сотрудниками Лаборатории экологии водных сообществ и инвазий, коллегами из других лабораторий ИПЭЭ РАН, а также других институтов РФ и Республики Корея.

Лов проводили планктонными сетями различной конструкции с диаметром ячей не более 50 мкм. Почти все водоемы были исследованы маршрутным методом в период с марта по ноябрь. Только для крупных озер Болонь и Ханка имелись серии проб,

собранные в разные сезоны и годы. Пробы фиксировали преимущественно 96% этиловым спиртом, в некоторых случаях – 4% формальдегидом.

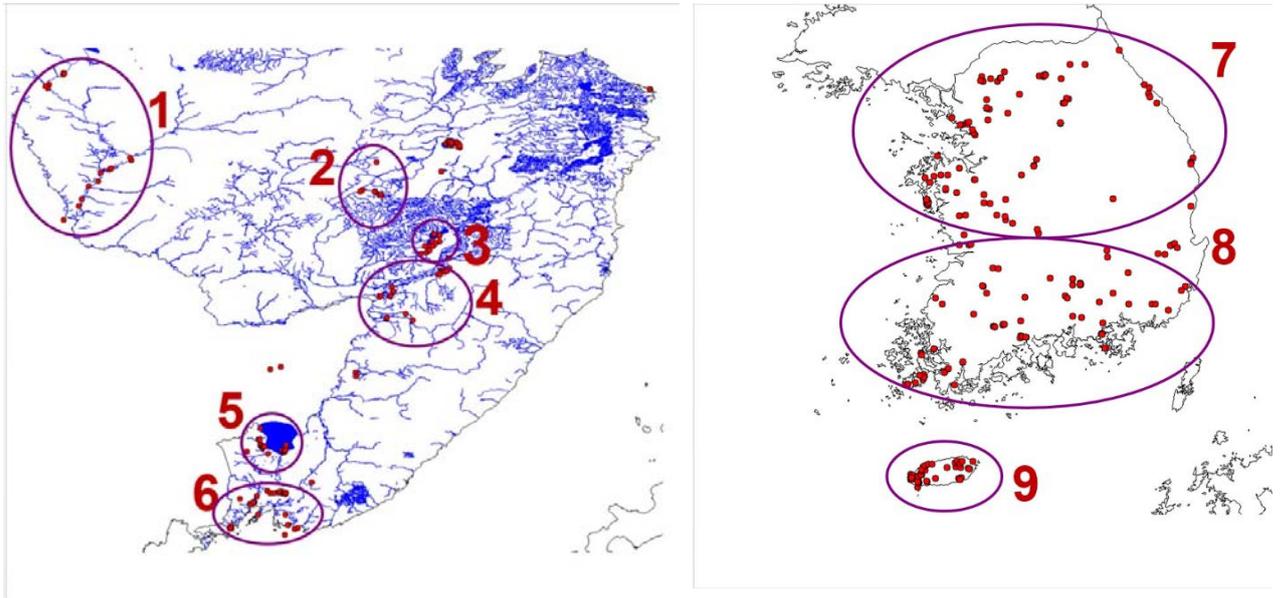


Рис. 1. Карта-схема юга Дальнего Востока РФ (А) и Южной Кореи (Б) с отмеченными красными точками водоемами, откуда были отобраны пробы. Выделенные облака точек: 1 – Зея; 2 – Чукчагир; 3 – Болонь; 4 – Хабаровск; 5 – Ханка; 6 – Южное Приморье; 7 – Север Южной Кореи; 8 – Юг Южной Кореи; 9 – Остров Чеджу.

Изучение морфологии ветвистоусых ракообразных. Разбор проб и предварительное определение таксонов проводили с использованием стереоскопического микроскопа Olympus SZ51. Для определения видовой принадлежности использовали монографии, определители (Котов и др., 2010; Rogers et al., 2019) и, во многих случаях, специальные статьи по отдельным группам. По результатам разбора проб составляли список всех таксонов кладоцер, встреченных в каждой пробе, полученные списки видов вносили в специальную базу данных в формате Microsoft Access. Весь собранный материал этикирован и ныне хранится в коллекции ветвистоусых ракообразных ИПЭЭ РАН. Некоторые отдельные образцы помещены в отечественные и зарубежные коллекции (Зоологический музей МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ и Коллекция Национального Института Биологических Ресурсов, г. Инчон, Республика Корея).

Изучение морфологии ветвистоусых ракообразных. Каждый выявленный таксон был проверен на конспецифичность с таковым из его типового местообитания, а в некоторых случаях и из других регионов. Для документирования результатов сравнительно-морфологического анализа использовали биологические рисунки,

выполненные с использованием рисовального аппарата. Обработку рисунков и их подготовку к печати выполняли в редакторе Adobe Photoshop 2015.

Анализ результатов Визуальное отображение точек сбора проб и распределения отдельных таксонов проводили в программах ArcView и DIVA-Gis7.5. Для анализа географических закономерностей распределения таксонов по исследуемой территории, выделили облака точек взятия проб из областей, которые были хорошо представлены пробами и, соответственно, данные по которым могли быть проанализированы количественно. Отдельные пробы из водоемов, которые лежали вне этих облаков, не включены в общий анализ. Для каждого множества точек (региона взятия проб) определяли его среднюю широту и долготу.

Непараметрические методы экстраполяции видового богатства (Chao et al., 2005; Colwell et al., 2012) были использованы для оценки полноты выявления видового разнообразия кладоцер юга ДВ РФ в целом, Южной Кореи в целом и каждого региона по отдельности. Эмпирическую рандомизированную кривую сборщика и модельные кривые накопления видов в зависимости от выборочного усилия (числа проанализированных проб) строили при помощи пяти различных алгоритмов: Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap в пакете EstimateS 9.1. Выбирали наилучшую из пяти моделей по принципу минимума дисперсии предсказанных значений для каждого шага.

Все выявленные таксоны относили к фаунистическим комплексам, "группам видов с гипотетически общим генезисом и обладающих относительно сходными современными ареалами" (Котов, 2016). Для каждого облака точек провели подсчет доли представителей каждого фаунистического комплекса от общего числа встреченных таксонов и от общего числа находок каких-либо ветвистоусых ракообразных в данном регионе. Регрессионный анализ связи доли встречаемости представителей фаунистических комплексов и географических факторов (широты и долготы совместно, а также широты и долготы по отдельности) провели в пакете Statistica 10.0. При помощи регрессионного анализа анализировали данные только по трем основным фаунистическим комплексам: эндемичному восточноазиатскому, широко распространенному евроазиатскому и южному тропическому. Связь выявляли по значению R^2 (коэффициент детерминации), а для оценки значимости выявленных отличий во встречаемости фаунистических комплексов использовали F-критерий Фишера.

Для выявления географических паттернов в распределении сообществ провели их кластерный анализ. В данный анализ включали только пробы, в которых было не менее пяти видов, и таксоны, для которых имелось не менее пяти находок (в общем пуле). То есть, из анализа исключили особо редкие виды, а также пробы с малым числом видов.

Целью анализа было выделить кластеры по составу сообщества (присутствию видов в пробах). На основании коэффициента Жакара как меры сходства между пробами, составили матрицу различий (путём вычитания каждого значения из единицы) и провели кластерный анализ методом невзвешенных средних с использованием евклидовых дистанций. Визуализацию точек, в которых выявлены сообщества, относящиеся к разным кластерам, провели в программе DivaGis7.5.

ГЛАВА 3. СПИСОК КЛАДОЦЕР РЕГИОНА И УТОЧНЕНИЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТАКСОНОВ

Итоговый систематический список включает 143 таксона, из которых 122 таксона определено до уровня вида. Из них на юге Дальнего Востока РФ найдено 92 валидных вида, 23 таксона встречаются только в Корее и не отмечены в РФ. Приведены подробные описания интересных таксонов, относящихся к бореальным (*Bosminopsis deitersi*, *Pseudochydorus globosus*, *Acroperus harpae*, *Acroperus angustatus*, *Camtocercus uncinatus*, *Camptocercus lilljeborgi*, *Kurzia latissima*), субтропическим (*Disparalona chappuisi*, *Picripleuroxus quasidenticulatus*, *Nicsmirnovius eximius*) видам, эндемикам Дальнего Востока (*Moina chankensis*), в том числе, новым для науки видам (*Daphnia* (*Daphnia*) sp. nov. 1, 2, 3).

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ФАУНЫ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ РЕГИОНА

Оценка полноты выявления ветвистоусых ракообразных для региона в целом и отдельных регионов. Оценка полноты выявления видового состава кладоцер по непараметрическим методам экстраполяции видового богатства свидетельствует о том, что, только для облаков точек "Ханка" и "Юг Южной Кореи" можно говорить об полноте выявления видового состава, для прочих регионов нами выявлен серьезный "недолгов". Поэтому в наших последующих рассуждениях мы не концентрируемся на различиях между отдельными, даже соседними, регионами, поскольку зачастую такие различия мнимые: они могут быть объяснены неполнотой выявленных списков. Однако подобное обстоятельство не может помешать проанализировать состав фауны кладоцер в целом и общие тенденции её изменения при движении с севера на юг статистическими методами, которые, по определению, работают с неполными выборками.

Фаунистический анализ ветвистоусых ракообразных юга Дальнего Востока РФ. Cladocera юга ДВ РФ представлены четырьмя отрядами, двенадцатью семействами и 39 родами. Наиболее разнообразны такие семейства как Chydoridae (33.70%), Daphniidae (23.91%), Sididae (13.04%) и Macrothricidae (8.70%). Они же и самые часто встречаемые в

пробах таксоны, за исключением Macrothricidae, которые встречаются гораздо реже в пробах по сравнению с Bosminidae и Polyphemidae. В регионе ожидаемо доминируют представители широко распространённого евроазиатского фаунистического комплекса и неревизованные широко распространенные виды, в то время как представители эндемичного восточно-азиатского фаунистического комплекса явно уступают им в числе. Интересно, что представителей южного тропического комплекса выявлено также достаточно много – более 10%.

Фаунистический анализ ветвистоусых ракообразных Южной Кореи. В отличие от юга Дальнего Востока РФ, в Южной Корее кладоцеры представлены двумя отрядами, восемью семействами и 29 родами. Тут отсутствуют представители семейств Eurycercidae и Ophryoxidae. Как и на Дальнем Востоке РФ, наибольшее разнообразие в общий пул вносят Chydoridae (45.07%) и Daphniidae (22.54%), а также Moinidae (8.45%). В отличие от юга Дальнего Востока РФ, Sididae (4.23%) и Macrothricidae (4.23%) вносят гораздо меньший вклад в биоразнообразие, остальные семейства представлены крайне скудно.

ГЛАВА 5. ШИРОТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ РЕГИОНА

Среднее число видов в пробе. С продвижением с юга на север видовое богатство значимо возрастает ($R^2 = 0.65$, $F_{1,7} = 13.08$, $p = 0.009$), но оно не меняется в зависимости от долготы ($R^2 = 0.14$, $F_{1,7} = 1.16$, $p = 0.3$). Возможно, это связано с тем, что регионы отбора проб 7-9 расположены на Корейском полуострове и Острове Чеджу, а острова и полуострова обычно несколько обеднены видами.

Частота встречаемости семейств и родов. По различным регионам изменяется частота встречаемости отдельных семейств. Однако практически не удастся выделить "более северные" или "более южные" семейства. Отметим что, как и ожидалось, представители семейства Chydoridae встречены с большой (и относительно одинаковой, (в среднем 40-50%) частотой во всех регионах. Гораздо более сложные паттерны выявлены во встречаемости родов. Можно выделить определенные индикаторные роды, демонстрирующие изменение их доли в широтном распространении. У таких родов, как *Sida* и *Acroperus*, частота встречаемости в более северных регионах гораздо выше, чем в южных. Роды *Scapholeberis* и *Simocephalus* слабо представлены в самых северных регионах, а в остальных регионах частота их встречаемости более или менее одинаковая.

Частота встречаемости видов в пробах. При продвижении с севера на юг наблюдается переход структуры доминирования кладоцер по встречаемости от ситуации с 2–3 хорошо выраженными доминантами (Рис. 2) к таковой без выраженных доминантов

(Рис. 3). Отметим, что первая ситуация в целом характерна для обитателей умеренных широт, а вторая – для организмов субтропических и тропических широт.

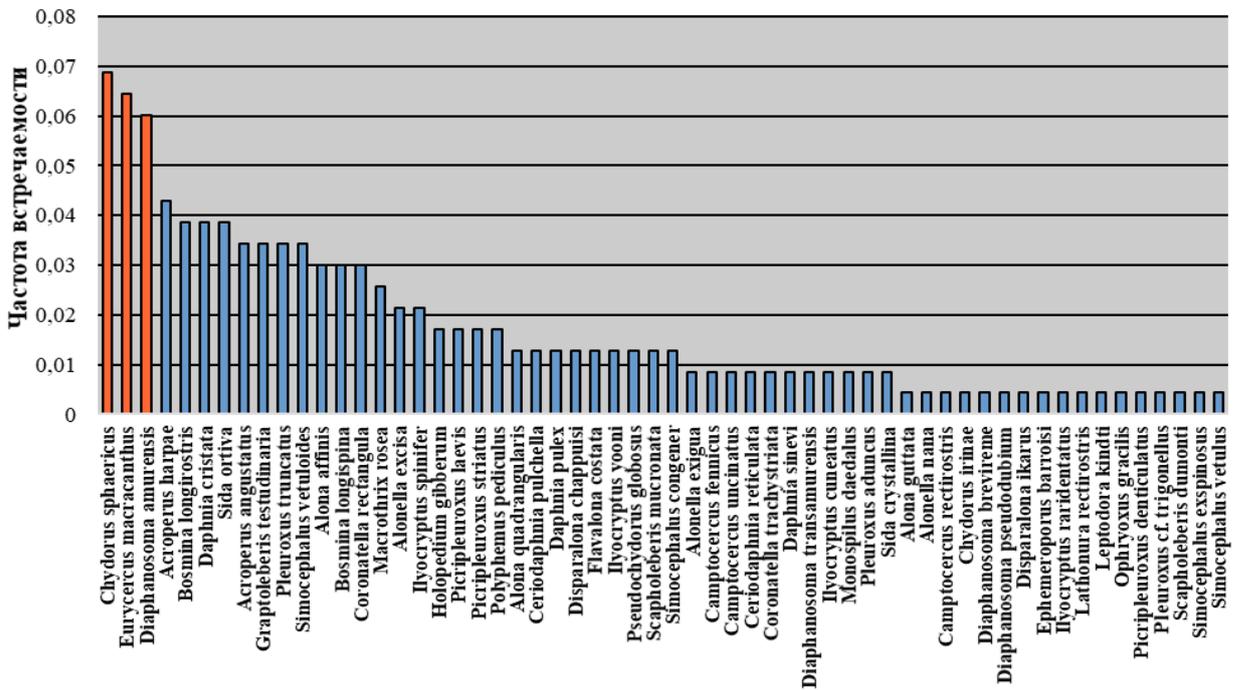


Рис. 2. Встречаемость разных видов клadoцер в регионе “Зея”. Преобладающие по встречаемости виды отмечены оранжевым цветом.

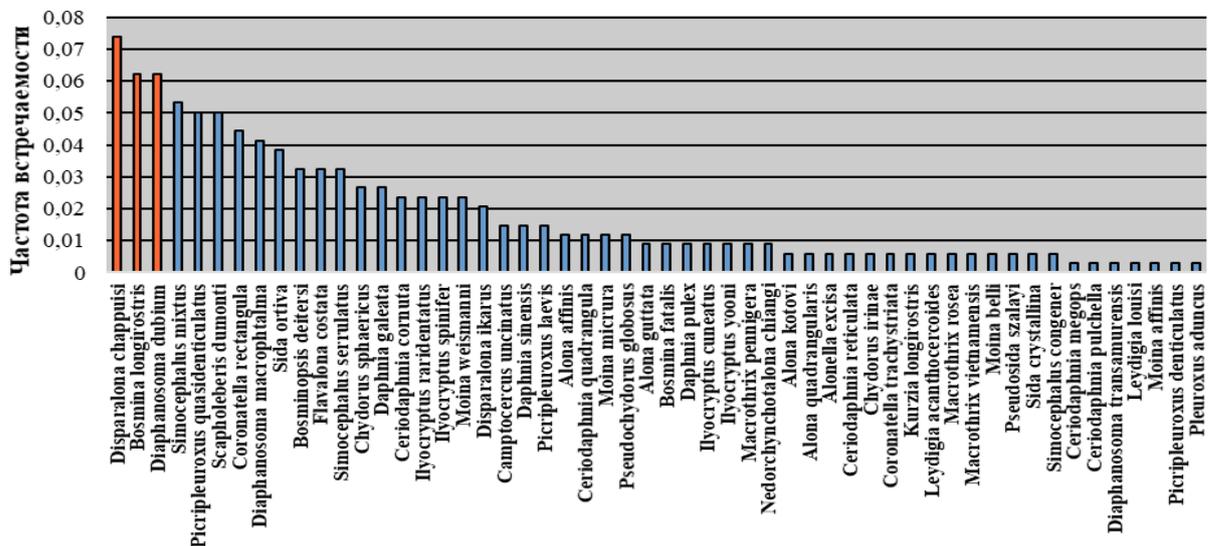


Рис. 3. Встречаемость разных видов клadoцер в регионе “Южная часть Южной Кореи”. Преобладающие по встречаемости виды отмечены оранжевым цветом.

Распределение фаунистических комплексов по регионам. На Рис. 4 показана зависимость встречаемости представителей южного тропического, широко

распространённой евроазиатского и эндемичного восточноазиатского комплекса от средней широты региона сбора проб, убедительно подтверждающая тенденцию к снижению доли первого, увеличению доли второго и неизменности доли третьего при увеличении широты (то есть, при движении с юга на север).

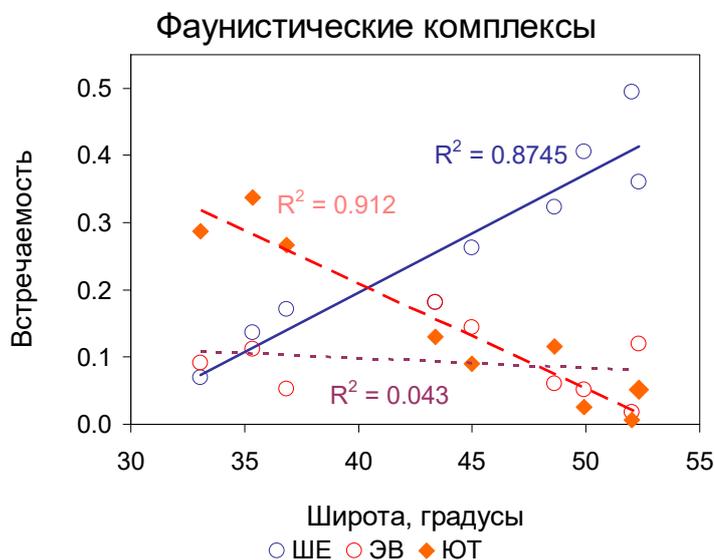


Рис. 4. Зависимости доли представителей фаунистического комплекса в каждом из девяти регионов взятия проб от географической широты региона.

Кластерный анализ таксоценозов. Результаты кластеризации исследованных нами таксоценозов приведены на Рис. 5. Весь пул таксоценозов распадается на два больших (А, В) и три малых (С, D, Е) кластера. Таксоценозы наиболее обширного кластера А распространены преимущественно в более северных районах и полностью отсутствуют на юге Корейского полуострова (Рис. 6). Наоборот, таксоценозы кластера В по большей части встречаются в Корее и редки на юге Дальнего Востока. Наконец, таксоценозы из кластеров С, D и Е встречаются в единственном регионе, бассейне озера Ханка, где, при этом, встречаются и таксоценозы типов А и В. То есть, разнообразие таксоценозов в бассейне озера Ханка, превосходит суммарное разнообразие таксоценозов всех остальных водоёмов.

ГЛАВА 6. ЭНДЕМИЗМ ФАУНЫ РЕГИОНА

Дальний Восток особая зона эндемизма на примере группы видов *Daphnia curvirostris*. Одним из следствий применения Н.М. Коровчинским (Korovchinsky, 2006) теории “оттесненных реликтов” к биогеографии кладоцер, является предположение о существовании зоны (зон?) эндемизма в субтропиках и прилегающих к ним регионах умеренных широт обоих полушарий планеты.

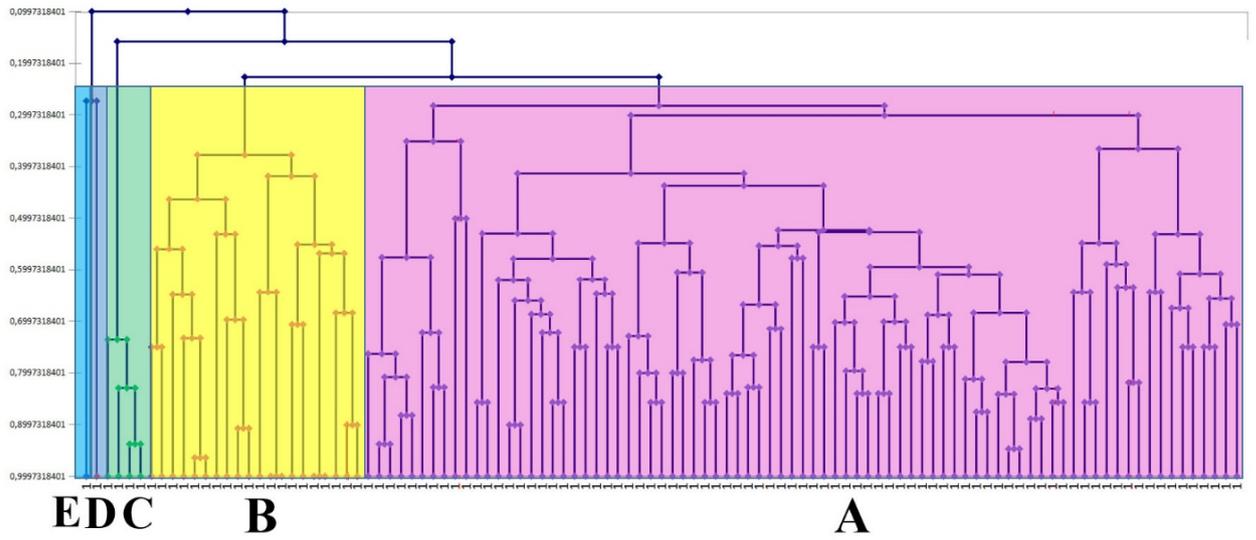


Рис. 5. Кластеры сообществ юга Дальнего Востока РФ и Кореи.

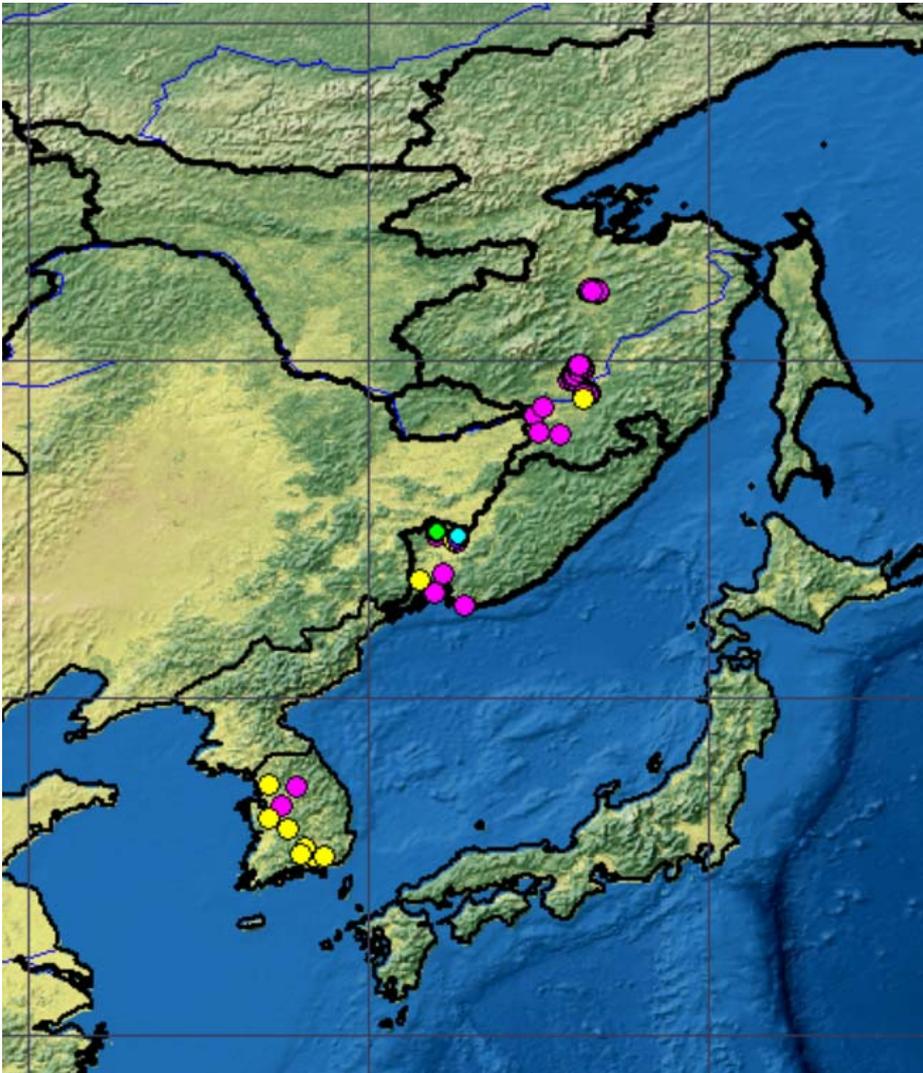


Рис. 6. Положение водоёмов, в которых выявлены таксоценозы, относящиеся к пяти основным кластерам (их цвет соответствует таковому на Рис. 5).

Одна из таких зон находится на Дальнем Востоке. К сожалению, протяженность этой зоны неизвестна (при этом существует заметный шанс на то, что это - зона эндемизма также и прочих пресноводных беспозвоночных). К настоящему моменту мы можем подтвердить, что эта зона эндемизма простирается, как минимум, до верховьев Амура на севере, как минимум, до бассейна Зеи на западе, и, как минимум, до острова Чеджу и юга Японского архипелага на юге.

Разобраться в истории формирования зоны кладоцерного эндемизма было целью работ по изучению группы видов *Daphnia curvirostris*. На основании анализа последовательностей отдельных генов и реконструированной мультилокусной филогении (Kotov et al., 2020), было продемонстрировано существование многочисленных независимых филогенетических линий *D. curvirostris*, в том числе, формирующих ранее не описанные виды. По результатам анализа можно выделить несколько групп видов в пределах комплекса *D. curvirostris* s. lat. (Рис. 7):

(1) Группа видов *D. curvirostris*, включает суб-кладу А (*D. curvirostris* s.str.), широко распространенную в Северной Палеарктике от Европы до Якутии; суб-кладу В, найденную в Якутии, Хабаровском крае, Приморье и на Сахалине; суб-кладу С, найденную на Аляске, в Канаде и на Чукотке; (2) *D. hrbaseki*, включает единственную суб-кладу D, найденную в единственном водоеме Центральной Европы; (3) *D. tanakai*, представлена единственной суб-кладой Е, найденной в нескольких озерах Японии; (4) группа видов *D. sinevi* является эндемиком Дальнего Востока, она включает суб-кладу F – эндемика Сахалина; суб-кладу G, найденную в единственном водоеме в Приморье, и суб-кладу H (*D. sinevi* s.str.) – наиболее широко распространенный вид на Дальнем Востоке РФ; (5) ранее неизвестная группа видов, эндемичная для Дальнего Востока, включающая четыре региональные суб-клады: I (*Daphnia* sp. nov. 1) из двух водоемов Хабаровского Края, J из единственного озера в Японии, K (*Daphnia* sp. nov. 2) из единственного водоема континентальной Кореи, и L (*Daphnia* sp. nov. 3), обычной на Острове Чеджу.

Отметим, что окончательное заключение о независимости данных видов было сделано по результатам нашего морфологического анализа. Мы не вдаёмся глубоко в методику генетического анализа, который проводился не нами. Применение метода “расслабленных молекулярных часов” (“relaxed molecular clock”) (Рис. 7) для оценки приблизительного времени расхождения филогенетических линий приводит к констатации позднемезозойской дифференциации двух основных стволов (группа видов *D. curvirostris* vs. прочих), палеогенового разделения групп видов *D. sinevi* и *D. sp. nov.* и неогеновой дифференциации видов внутри каждой группы. Сценарий формирования

группы видов *D. curvirostris* по времени эволюционных процессов хорошо укладывается в представления об “оттеснённых реликтах” в версии Н.М. Коровчинского (2006).

Нами найдено, что дальневосточная зона эндемизма представляет собой крайне сложную систему, она содержит в своем составе несколько под-зон, для которых нужно проводить новые исследования, комбинирующие морфологические и генетические методы, в результате которых можно не только найти новые для науки виды, но и уточнить географическую приуроченность каждого таксона в масштабах мировой фауны. Принимая во внимание наши результаты по комплексу видов *D. curvirostris* с Дальнего Востока, мы можем говорить о внутренней структурированности этой зоны эндемизма. Действительно, таковыми зонами являются: (1) континентальная часть ДВ, в которой встречаются *Daphnia sinevi* Kotov, Ishida et Taylor, 2006 и *Daphnia* sp. nov. 1; (2) остров Сахалин с описанным нами новым видом из группы *D. sinevi* (*D. sakhalinensis* Garibian et Kotov, 2020) ; (3) Япония, в которой встречается *D. tanakai* Ishida, Kotov et Taylor, 2006 и еще один неописанный таксон; (4) континентальная Южная Корея с *D.* sp. nov. 2 и (5) Остров Чеджу с *D.* sp. nov. 3, соответственно. Скорее всего, в каждой из этих зон происходила независимая эволюция не только в пределах группы видов *D. curvirostris*, но и в пределах прочих групп видов и таксонов кладоцер и других пресноводных беспозвоночных.

В Евразии отмечены две крупных зоны эндемизма кладоцер, восточноазиатская и средиземноморская. Предположительно, в обеих зонах происходили сходные эволюционные процессы. Эндемичные кладоцеры, по всей видимости, являются реликтами третичного времени – остатками прошлых фаун. Однако некоторые виды могли дифференцироваться и относительно недавно. В обоих регионах найдено 45 эндемичных видов ветвистоусых ракообразных, из них 23 – на Дальнем Востоке и 22 – в Средиземноморье. В итоге, можно проследить много параллелей между фаунами эндемичных кладоцер Средиземноморья и Дальнего Востока. Их состав на Дальнем Востоке, по сравнению со Средиземноморьем, оказывается значительно разнообразнее на уровне отрядов и семейств, но при этом наблюдается сходство на родовом уровне.

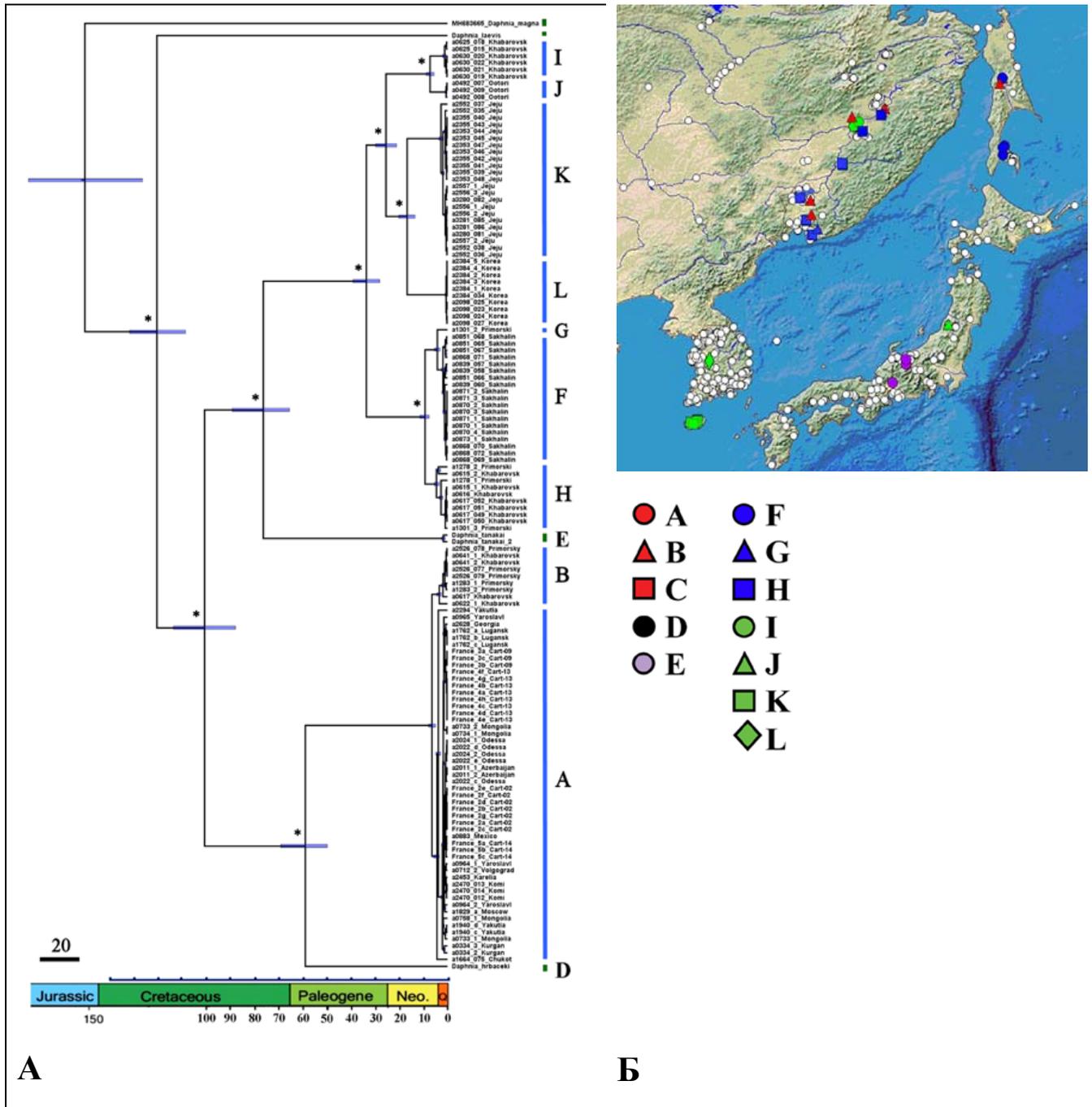


Рис. 7. А – филогенетический анализ последовательностей митохондриальных генов с использованием подхода “расслабленных молекулярных часов” и калибровкой по ископаемым находкам *Daphnia* (Kotov, Taylor, 2011). Синие линии показывают 95%-ые интервалы вероятности оценки. Шкала в миллионах лет. Ветви, с поддержкой более 0.95 помечены звездочкой. Б – распространение филогрупп (= биологических видов) комплекса *Daphnia curvirostris* на Дальнем Востоке. Белые кружки – водоемы, из которых были изучены пробы, в которых обнаружены какие-либо виды рода *Daphnia* (по: Kotov et al., 2020).

ВЫВОДЫ

1) Список видов ветвистоусых ракообразных юга Дальнего Востока РФ и Южной Кореи включает 143 таксона, из которых 122 таксона определено до уровня вида. Из них на юге Дальнего Востока РФ найдено 92 валидных вида, в то время как 23 таксона встречается только в Корее, не заходя на территорию РФ.

2) Во всех регионах исследованной территории обитают таксоны, относящиеся к четырём основным фаунистическим комплексам: широко распространённый евроазиатский фаунистический комплекс; эндемичный восточно-азиатский фаунистический комплекс; восточноазиатско-американский (“берингийский”) фаунистический комплекс; южный тропический комплекс.

3) На территории от нижнего течения Амура до корейского острова Чеджу (от 52 до 33° с.ш., длиной около 2500 км. по прямой) наблюдается ярко выраженные изменения фауны, проявляющиеся в изменении преобладания таксонов по частоте встречаемости от ситуации с 2–3 хорошо выраженными доминантами к таковой без выраженных доминантов;

5) При движении с севера на юг наблюдается уменьшение доли таксонов широко распространённого евроазиатского фаунистического комплекса и увеличение доли представителей южного тропического комплекса, а также смена таксоценозов бореального типа на таковые субтропического типа.

6) Разнообразие таксоценозов в бассейне озера Ханка превосходит суммарное разнообразие таксоценозов всех остальных водоёмов региона.

7) Доля видов эндемичного дальневосточного комплекса в разных регионах остаётся практически неизменной. Все исследованные регионы лежат в пределах дальневосточной зоны эндемизма ветвистоусых ракообразных, границы которой пока не очерчены.

8) Эндемичный дальневосточный фаунистический комплекс представлен доплейстоценовыми географическими реликтами.

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации:

1. Sinev, A.Y. A new species of *Pseudochydorus* Fryer, 1968 (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) from South-East Asia / A.Y. Sinev, P.G. Garibian, Y. Gu // Zootaxa. – 2016. – Vol. 4079. – P. 129–139.

2. **Гарибян, П.Г.** *Nicsmirnovius eximius* (Kiser, 1948) (Cladocera: Chydoridae) из Приморского края: первая находка рода для фауны России / **П.Г. Гарибян** // Зоологический журнал. – 2017. – Т. 96. – Вып. 11. – С. 1359–1363.

3. Neretina, A.N. Diversity of the subgenus *Disparalona* (*Mixopleuroxus*) Hudec, 2010 (Crustacea: Cladocera) in the New and Old World / A.N. Neretina, **P.G. Garibian**, A.Y. Sinev, A.A. Kotov // Journal of Natural History. – 2018. – Vol. 52. – P. 155 – 205.

4. **Garibian, P.G.** A new case of West-East differentiation of the freshwater fauna in Northern Eurasia: the *Pleuroxus trigonellus* species group (Crustacea: Cladocera: Chydoridae) / **P.G. Garibian**, A.N. Neretina, A.I. Klimovsky, A.A. Kotov // Zootaxa. – 2018. – Vol. 4532. – P. 451–482.

5. Kotov, A.A. Recent progress in studies of the Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) of South Korea with seven new records for the Korean Peninsula / A.A. Kotov, A.Y. Sinev, **P.G. Garibian**, A.N. Neretina, H.G. Jeong, W. Lee, K.S. Chae, G.S. Min // Journal of Species Research. – 2018. – Vol. 6. – P. 227–246.

6. **Garibian, P.G.** Cladocera and Copepoda (Crustacea: Branchiopoda) of the Lake Bolon and its basin (Far East of Russia) / **P.G. Garibian**, E.S. Chertoprud, A.Y. Sinev, N.M. Korovchinsky, A.A. Kotov // Arthropoda Selecta. – 2019. – Vol. 28. – № 1. – P. 37–63.

7. Karabanov, D.P. Advances in DNA barcoding of the Cladocera (Crustacea) of the Far Eastern Palearctic / D.P. Karabanov, E.I. Bekker, A.N. Neretina, **P.G. Garibian**, A.A. Kotov, D.J. Taylor // Genome. – 2019. – Vol. 62. – P. 394.

8. **Гарибян, П.Г.** Юг Дальнего Востока России и Корея как переходная зона между бореальной и субтропической фаунами ветвистоусых ракообразных (Cladocera, Crustacea) / **П.Г. Гарибян**, А.Н. Неретина, Н.М. Коровчинский, А.Ю. Синева, А.В. Чабовский, А.А. Котов, Н.Н. Смирнов // Зоологический журнал. – 2020. – Т. 99. – С. 1094–1109.

9. **Garibian, P.G.** A new species of the *Daphnia sinevi* group (Crustacea: Cladocera: Daphniidae) / **P.G. Garibian**, A.A. Kotov // Zootaxa. – 2020. – Vol. 4820. – P. 485–505.

Статья, принятая в печать:

10. Kotov, A.A. A new species group from the *Daphnia curvirostris* species complex (Cladocera: Anomopoda) from the Eastern Palearctic: taxonomy, phylogeny and phylogeography / A.A. Kotov, **P.G. Garibian**, E.I. Bekker, D.J. Taylor, D.P. Karabanov // Zoological Journal of the Linnean Society. – 2020. – <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa046>.

Материалы и тезисы конференций:

1. Котов, А.А. Биологическое разнообразие пресноводных беспозвоночных Северной Евразии и его формирование на примере ветвистоусых ракообразных (Cladocera, Crustacea) / А.А. Котов, Е.И. Беккер, Д.П. Карабанов, Я.Р. Галимов, **П.Г. Гарибян** // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию кафедры “Зоология и экология” Пензенского государственного университета и памяти профессора В.П. Денисова (1932–1997). 15–18 ноября 2016 г. Пенза. Издательство ПГУ. – 2016. – С. 52.

2. **Гарибян, П.Г.**, 2016. Видовое разнообразие в комплексе видов *Chydorus sphaericus* s. lat. (Cladocera, Crustacea) Сибири и Дальнего Востока РФ / **П.Г. Гарибян** // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию кафедры “Зоология и экология” Пензенского государственного университета и памяти профессора В.П. Денисова (1932–1997). 15–18 ноября 2016 г. Пенза. Издательство ПГУ. – 2016. – С. 31.

3. Neretina, A.N. A revision of *Disparalona hamata* species complex (Cladocera: Chydoridae) in the New and Old World / A.N. Neretina, **P.G. Garibian**, A.Y. Sinev, W. Zelalem // Rabus M., Knie M., Laforsch C., Karsch M., Kredler M. (eds). Cladocera XI. 24th–29th 2017. Kulmbach. Abstract Book. – 2017. – P. 65.

4. **Гарибян, П.Г.** Микроскопические ракообразные (Cladocera и Соперода) Озера Болонь и окрестных водоемов (Хабаровский край, Российская Федерация) / **П.Г. Гарибян**, Е.С. Чертопруд, А.А. Котов // Котов А.А., Крылов А.В., Сабитова Р.З. (ред.). Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. 17–20 мая 2018 г. Ярославль. Борок. Издательство “Филигрань”. – 2018. – С. 64–66.

5. **Гарибян, П.Г.** Находка ветвистоусого ракообразного *Disparalona hamata* (Birge, 1879) (Crustacea: Cladocera) в пазухах листьев бромелии *Tillandsia aguascalentensis* Gardner, 1984 (Мексика) / П.Г. Гарибян // Котов А.А., Крылов А.В., Сабитова Р.З. (ред.), Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 17–20 мая 2018 г. Ярославль. Борок. Издательство “Филигрань”. – 2018. – С. 13–14.

6. **Гарибян, П.Г.** Морфологические и генетические подходы к ревизии группы видов *Scapholeberis kingii* в тропиках старого света и Австралии / **П.Г. Гарибян** // Малахов В.В., Гордеев И.И. (ред.). Материалы международной конференции, посвященной 160-летию

Кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. 19–21 декабря 2018 г. Москва. – 2018. – С. 33.

7. **Гарибян, П.Г.** Находки теплолюбивых ветвистоусых ракообразных (Cladocera: Crustacea) в водоемах юга Дальнего Востока Российской Федерации / **П.Г. Гарибян** // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, посвященной памяти д.б.н., проф. С.Б. Гулина. 23–27 сентября 2019 г. Севастополь. Издательство ФИЦ ИнБЮМ. – 2019. – С. 20–22.

8. **Гарибян, П.Г.** Разнообразие ветвистоусых ракообразных (Cladocera: Crustacea) Южной Кореи и биогеографии анализ найденных таксонов / **П.Г. Гарибян** // Алешковский И.А., Андрианов А.В. (ред.). Материалы Международного молодежного научного форума “Ломоносов-2019”. 8–12 апреля 2019 г. Москва. Издательство МАКС Пресс. – 2019. – С. 1–2.

9. Неретина, А.Н. Обзор интересных находок ветвистоусых ракообразных (Crustacea: Cladocera) в водоёмах Забайкальского края и некоторых прилегающих территорий. / А.Н. Неретина, Е.Х. Зыкова, **П.Г. Гарибян**, А.А. Котов, Н.М. Коровчинский, А.Ю. Синев, Н.Н. Смирнов // Дорофеюк Н.И., Бажа С.Н., Дробышев Ю.И., Данжалова Е.В., Андреев А.В., Сыртыпова С.-Х.Д. (ред.). Материалы международной конференции, посвященной 50-летию СРМКБЭ РАН и АНМ. 23–25 октября 2019 г. Москва. – 2019. – С. 152–155.

10. Kotov, A.A. Advances in DNA barcoding of the Cladocera (Crustacea) of the Far Eastern Palearctic / A.A. Kotov, D.P. Karabanov, E.I. Bekker, A.N. Neretina, **P.G. Garibian**, D.J. Taylor // Adamowicz S.J., Ekrem T., Stur E., Bakken S., Martin D.M., (eds). 8th international Barcode of life Conference. June 17th–20th 2019. Trondheim, Norway. Abstract Book. – 2019. – P. 394.

11. **Гарибян, П.Г.** Выявление переходной зоны между Палеарктикой и Ориентальной зоной на примере анализа распределения ветвистоусых ракообразных в водоемах юга Дальнего Востока России и Южной Кореи / **П.Г. Гарибян**, А.Н. Неретина // Т.Я. Ашихмина (отв. ред.). XV Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция “Экология родного края: проблемы и пути их решения”. 18 мая 2020 г., Киров. Книга 2. – 2020. – С. 197–201.