

На правах рукописи



НЕРЕТИНА АННА НИКОЛАЕВНА

**ФАУНА ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CRUSTACEA: CLADOCERA)
ЭФИОПИИ**

03.02.10—«гидробиология»

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва–2018

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.

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 озероведения Российской академии наук

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Зоологический институт Российской академии наук

Защита состоится «__» мая 2018 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.sevin.ru и на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации по адресу: www.vak.ed.gov.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Елена Александровна Кацман

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Исследования биологического разнообразия тропических регионов Земного шара имеют богатую историю. Однако до сих пор остается немало слабоизученных территорий и неучтенных видов. Настоящим «белым пятном» на карте исследований биоразнообразия тропиков остаются водные экосистемы Африки. Даже самые развитые страны континента по темпам исследований биоразнообразия таких экосистем отстают от стран Азии и Нового Света (Africa..., 2008; African Economic Outlook, 2016).

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. Эфиопия – одна из наиболее быстро развивающихся и густонаселенных стран Африки. Высокие темпы прироста населения требуют все больше природных ресурсов и драматически увеличивают нагрузку на естественные экосистемы. Бесконтрольное загрязнение водоемов стоками удобрений, пестицидов, канализационными и бытовыми отходами, перелов рыбы и чрезмерная рекреационная нагрузка в ближайшем будущем могут привести к полному исчерпанию водных ресурсов Эфиопии и, вследствие этого, к эпидемиям, росту социальной напряженности, региональным и глобальным конфликтам (Kloos, Legesse, 2010). В Эфиопии на государственном уровне предпринимаются попытки организации мониторинга состояния водных экосистем, однако традиционно отдается предпочтение работам количественной направленности. При этом качественное определение видового состава гидробионтов проработано недостаточно, хотя не вызывает сомнения тот факт, что изучение состава и структуры биологического разнообразия водных экосистем – это ключ к его рациональному использованию. Наиболее подробные данные накоплены лишь по видовому составу рыб в водоемах Эфиопии. Другие гидробионты крайне редко становятся объектами специальных исследований, а диапазон изучаемых водоемов, как правило, ограничен некоторыми наиболее крупными озерами и водохранилищами. Гидробионты рек, мелких озер, прудов и временных луж остаются практически не изученными.

Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) водоемов и водотоков Эфиопии никогда не становились объектами детальных фаунистических исследований, несмотря на то, что кладоцеры в континентальных водоемах тропических регионов Земли принадлежат к одной из наиболее массовых и разнообразных групп беспозвоночных животных (Котов, 2013; Dumont, 1994). До последнего времени основными источниками сведений о видовом разнообразии кладоцер Эфиопии служили или прикладные гидробиологические работы, в большей степени ограниченные лишь данными по планктонным видам кладоцер и не отличающиеся тщательностью проработки определений (Wondie, 2006; Vijverberg et al., 2014; Embaye et al., 2017 и др.), или генетические и таксономические работы (Kotov, Taylor, 2010; Popova et al., 2016), не ставшие пока востребованными у местных специалистов. Схожая ситуация

наблюдается в отношении инвентаризации видового разнообразия кладоцер и в других африканских странах и связана, в значительной степени, с отсутствием квалифицированных местных исследователей, специализирующихся на изучении ветвистоусых ракообразных. Многие таксоны кладоцер, описанные из Африки в XIX–XX веках, по-прежнему не пересмотрены в соответствии с современными стандартами систематики. На фоне отсутствия надежных данных о видовом разнообразии кладоцер не только Эфиопии, но и большинства стран Африки, попытки использования информации о встречаемости и численности того или иного вида для решения прикладных задач выглядят преждевременными, а крупные биогеографические обобщения, базирующиеся на максимально тщательном определении видов, просто невозможны. Уязвимыми для критики выглядят и усилия по многолетнему экологическому мониторингу и прогнозированию состояния водных экосистем Африки, попытки отследить появление видов-вселенцев из других фаунистических областей и учесть редкие и/или малоизвестные виды.

Перечисленные проблемы обозначают большую ценность исследований видового разнообразия кладоцер в водоемах Эфиопии не только на региональном уровне, но и в целом для всей Африки.

Цель работы: изучить состав и структуру видового разнообразия ветвистоусых ракообразных (Crustacea: Cladocera) Эфиопии.

Задачи:

1. Провести инвентаризацию фауны кладоцер Эфиопии с привлечением современных данных по систематике группы.
2. Выполнить ревизии некоторых редких и малоизвестных таксонов и групп видов, обнаруженных в Эфиопии, в масштабах мировой фауны.
3. Оценить полноту выявления видового состава кладоцер и описать особенности его распределения для Эфиопии в целом и отдельно взятых регионов.
4. Проанализировать особенности таксономической структуры фауны кладоцер Эфиопии и эколого-географическую приуроченность видов, входящих в ее состав.
5. Провести предварительное биогеографическое районирование Эфиопии по данным видового состава ветвистоусых ракообразных.

Научная новизна. Впервые проведена комплексная инвентаризация фауны кладоцер водоемов и водотоков Эфиопии с учетом современных взглядов на систематику группы. Значительно расширен список видов кладоцер, отмеченных в Эфиопии; один вид из озера Тана описан как новый для науки. Получены новые данные по морфологии и распространению некоторых слабоизученных таксонов не только из водоемов Эфиопии, но и других регионов Старого и Нового Света, а также Австралии. Показано, что в составе фауны кладоцер Эфиопии

наряду с теплолюбивыми видами и родами, характерными для тропических регионов, представлены и таксоны с более широкими эколого-географическими предпочтениями. На качественном уровне продемонстрировано отсутствие яркой смены видового состава кладоцер между влажным и сухим сезонами для озера Тана. Установлено, что наибольшее видовое разнообразие кладоцер приурочено к среднегорьям Эфиопии. Низины и высокогорья содержат значительно меньшее число видов. Продемонстрировано, что изменение облика фауны ветвистоусых ракообразных по высотному градиенту от тропических низин к высокогорьям происходит плавно, резкие биогеографические границы не выражены.

Теоретическая и практическая значимость работы. По результатам обработки материала была создана коллекция проб ветвистоусых ракообразных Эфиопии, в настоящее время хранящаяся в Лаборатории экологии водных сообществ и инвазий ИПЭЭ РАН. По полноте выявления видового состава в пробах и охвату регионов исследования данная коллекция не имеет аналогов не только в России, но и за рубежом. Коллекция насчитывает 827 единиц хранения (из них 561 проба было собрана при участии автора) и представлена как формалиновыми пробами (464 единицы хранения), так и пробами, зафиксированными в 96% этиловом спирте (363 единицы хранения). Данные по всем коллекционным пробам сведены в базу данных в формате Microsoft Access 2007 (содержащую на данный момент 900 Кб информации на английском и русском языках). Коллекционный материал доступен (по запросу) специалистам из других организаций для дальнейшего изучения. Сформированная коллекция может стать важной основой при продолжении инвентаризации видового разнообразия ветвистоусых ракообразных Эфиопии с помощью молекулярно-генетических методов; обсуждении проблем экологии и зонального распределения кладоцер; проведении долговременного гидробиологического мониторинга; прогнозировании экологического состояния водных экосистем Африки в условиях возрастающей антропогенной нагрузки и разработки стратегий их сохранения. Отдельные популяции ветвистоусых ракообразных из эфиопских проб могут быть задействованы кладоцерологами в таксономических ревизиях некоторых групп видов в масштабах мировой фауны.

Материалы диссертации могут быть использованы при подготовке определителей для быстрой и надежной идентификации ветвистоусых ракообразных Эфиопии и некоторых других стран. Полученные данные о видовом составе ветвистоусых ракообразных в водоемах Эфиопии могут быть задействованы при выборе объектов аквакультуры в региональных центрах рыбоводства. Эти данные также могут быть использованы в курсах зоологии беспозвоночных, экологии, гидробиологии, биогеографии, рассчитанных на самую широкую аудиторию специалистов естественнонаучного профиля, вовлеченных в изучение биологического разнообразия континентальных водоемов Земного шара.

Методология и методы исследования. В основе работы лежит сравнительно-морфологический подход к определению видовой принадлежности ветвистоусых ракообразных и тщательное ведение базы данных по результатам качественного анализа гидробиологических проб. Этот подход является весьма трудоемким и имеет очевидные ограничения, однако именно он наиболее эффективен при инвентаризации фаун слабоизученных тропических регионов. Целенаправленный поиск отличий между популяциями позволяет избежать ошибочных определений по ключам, разработанным для других биогеографических областей, главным образом, Палеарктики. Наряду с этим, использование морфологических данных в нашей работе призвано обеспечить востребованность полученных нами результатов у местных специалистов-гидробиологов, не имеющими доступа к современному арсеналу молекулярно-генетических методов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Фауна ветвистоусых ракообразных водоемов и водотоков Эфиопии представлена разнообразными по эколого-географическим характеристикам видами, многие из которых приурочены не только к тропикам, но и к другим биогеографическим зонам.
2. Видовое богатство кладоцер в водоемах низин и высокогорий значительно меньше, чем среднегорий.

Личный вклад соискателя. Автором самостоятельно определена тема диссертационной работы, выбраны методы отбора проб и анализа данных. Сбор полевого материала, микроскопическая обработка проб, формирование базы данных по ветвистоусым ракообразным Эфиопии и интерпретация всех полученных результатов проводились коллективом исследователей Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова и Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина при решающем участии автора. Автор лично принимал участие в работе Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции в 2014 и 2015 гг. Текст диссертации написан автором по согласованному с научным руководителем плану. Все рисунки и микроскопические фотографии, приведенные в работе, выполнены лично автором. Опубликованные по теме диссертации работы написаны автором лично или в соавторстве, в последнем случае доля личного участия автора в подготовке публикаций составила 50–90%. Имена соавторов указаны в соответствующих публикациях.

Степень достоверности и апробация результатов. В работе использованы общепринятые методы и подходы к сбору и обработке материала. Статьи, в которых представлены основные положения работы, прошли рецензирование ведущими зарубежными и отечественными специалистами в области изучения ветвистоусых ракообразных. Результаты работы были доложены на VI-ой Конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН (23–25 апреля 2014 г., Москва, ИПЭЭ РАН); 10-ом Международном Симпозиуме по Cladocera

(28 сентября–3 октября 2014 г., Леднице, Чехия); XXII-ой Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «ЛОМОНОСОВ-2015» (13–17 апреля 2015 г., Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет); XIX-ом Российском симпозиуме по растровой электронной микроскопии и аналитическим методам исследования твердых тел и 3-ей Школе молодых ученых «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследовании наноструктур и наноматериалов» (1–4 июня 2015 г., Черногоровка); II-ой Международной конференции «Актуальные проблемы планктологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых (14–18 сентября 2015 г., Светлогорск); XXVI-ой Российской конференции по электронной микроскопии и 4-ой Школе молодых ученых «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях наноструктур и наноматериалов» (30 мая–3 июня 2016 г., Москва (Зеленоград)); V-ой Международной научной конференции «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» (12–17 сентября 2016 г., Нарочь, Беларусь); Всероссийской молодежной гидробиологической конференции «Перспективы и проблемы современной гидробиологии» (10–13 ноября 2016 г., Борок); 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); Международной молодежной научной конференции «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна» (14–16 марта 2017 г., Тольятти); Ежегодной конференции карцинологического общества (19–22 июня 2017 г., Барселона, Испания); 4-ом Международном конгрессе по морфологии беспозвоночных (18–23 августа 2017 г., Москва, МГУ имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет); Полевом семинаре с элементами научной школы «Гидробиологические исследования болот» (7–10 сентября 2017 г., Борок); 11-ом Международном Симпозиуме по Cladocera (24–29 сентября 2017 г., Кульмбах, Германия). Итоги основных этапов работы были обсуждены на ежегодных лабораторных коллоквиумах ИПЭЭ РАН (2013–2017 гг.), межлабораторном коллоквиуме ИПЭЭ РАН (2018 г.), а также на Конференции аспирантов Кафедры экологии Факультета естественных наук Карлова университета в Праге (20–22 октября 2016 г., Ломы, Чехия).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 работы, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Содержание диссертации изложено на 288 страницах машинописного текста, разделенных на два тома по 134 и 154 страницы, соответственно. Том 1 состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, благодарностей, списка литературы, списка работ, опубликованных по теме диссертации. В том 2 вынесено 5 приложений, иллюстрирующих основное содержание работы. Библиографический список содержит 162

источника, в том числе 155 – на иностранных языках. Текст проиллюстрирован 102 рисунками и 11 таблицами, из них 71 рисунок и 1 таблица вынесены в приложения.

Благодарности. Я бесконечно признательна Алексею Алексеевичу Котову за всестороннюю поддержку моих научных интересов, внимательное и чуткое руководство на всех этапах выполнения работы. Благодарю участников Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции и сотрудников Бахар-Дарского исследовательского центра разведения рыб и других водных организмов за помощь в проведении полевых работ и сбор материала на территории Эфиопии. Отдельное спасибо Андрею Анатольевичу Даркову, Юрию Юлиановичу Дгебуадзе, Федору Николаевичу Шкилю и Wondie Zelalem за их огромный вклад в организацию гидробиологических исследований Эфиопии. Также хочу поблагодарить сотрудников Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, Палеонтологического института им. А.А. Борисяка, Института экспериментальной минералогии, Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Карлова университета в Праге за предоставленные материалы, ценные советы, рекомендации и конструктивную критику. От всей души благодарю Анатолия Георгиевича Богданова, Сергея Ивановича Метелёва, Алексея Николаевича Некрасова и Романа Анатольевича Ракитова за бескорыстную помощь в проведении электронно-микроскопических исследований, доброжелательность и готовность помочь в любое время. Огромное спасибо моим родным и друзьям, без постоянной заботы которых эта работа не состоялась бы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции (2014, 2015 гг.); грантов Российского научного фонда (проект № 14-14-00778) и Карлова университета в Праге (проект № 1620/414-509327); стипендии Президента Российской Федерации для обучающихся за рубежом (приказ № 653 от 1 июня 2016 г.) и стипендии Президента Российской Федерации на 2016/2017 учебный год (приказ № 1184 от 12 сентября 2016 г.).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Особенности природы Эфиопии в контексте инвентаризации биологического разнообразия

Эфиопия расположена в северо-восточной части Африки (между 3–18°с.ш. и 33–48°в.д.) на так называемом Африканском роге. Несмотря на то, что вся территория страны находится в

тропической биоклиматической зоне, особенности географического положения, высотная поясность, значительное разнообразие форм рельефа и локальных климатических условий обуславливает высокое разнообразие флоры и фауны этой страны (Thieme et al., 2005). Значительный вклад в биоразнообразии Эфиопии вносят эндемичные виды. На примере некоторых крупных групп живых организмов было показано, что доля эндемиков в сообществах возрастает по мере увеличения высоты местности над уровнем моря при закономерной смене комплекса природных условий от тропических низин к среднегорьям и высокогорьям.

Наземные и водные экосистемы Эфиопии были в значительной степени трансформированы под влиянием непродуманной хозяйственной деятельности человека. К началу XXI века стали очевидны невосполнимые потери некоторых видов высших растений и позвоночных животных. А масштабы утраты биологического разнообразия большинства групп организмов, ранее не попадавших в поле зрения исследователей, только предстоит оценить (Thieme et al., 2005).

1.2. Краткий обзор водоемов Эфиопии и основных направлений их использования и изучения

В Эфиопии на относительно небольшой площади сосредоточено значительное количество водных объектов: рек, озер, водохранилищ, прудов (в том числе, рыбоводных), ирригационных каналов, временных водотоков и луж. Эти водные объекты крайне разнообразны по происхождению, морфологии и физико-химическим параметрам. Самым большим пресным озером Эфиопии является озеро Тана. На него приходится около 50% всех водных ресурсов страны. Водоемы и водотоки имеют огромное значение для экономики Эфиопии, главным образом, в качестве источников пресной воды. Однако их исследования связаны, главным образом, с решением узкого круга прикладных задач.

1.3. Исследования ветвистоусых ракообразных в водоемах Эфиопии: достижения и «белые пятна»

Первые сведения о видовом составе клadoцер Эфиопии были получены только в середине XX века (Brunelli, Cannicci, 1940; Talling, Rzoska, 1967). Сегодня клadoцеры часто задействованы в прикладных исследованиях, связанных с мониторингом состояния водных экосистем Эфиопии. Получены первые данные по сезонной динамике биомассы ветвистоусых ракообразных и ее зависимости от физико-химических параметров среды. Однако в прикладных исследованиях не уделяется должного внимания тщательности определения видового состава в отобранных пробах. Небрежное использование названий таксонов и часто

очень фантастические результаты самих определений заставляют с недоверием относиться к опубликованным результатам, по крайней мере, на уровне определения видов. В то же время, детальных таксономических работ, включающих исследование материала из Эфиопии, пока опубликовано крайне мало.

1.4. Ветвистоусые ракообразные как одна из модельных групп в разработке фундаментальных проблем биогеографии тропических и субтропических регионов

Успехи инвентаризации фаун ветвистоусых ракообразных в значительной степени определяются сменой научной парадигмы от концепции космополитизма, долгое время господствовавшей в систематике и биогеографии этой группы, к концепции континентального эндемизма (Freu, 1982; 1986; 1987). В рамках концепции континентального эндемизма все виды кладоцер с широкими и космополитными ареалами рассматриваются не как самостоятельные виды, а как группы видов, нуждающихся в ревизии. Новая научная парадигма стала мощным инструментом при проведении рутинных таксономических исследований, служащих основой для последующих фаунистических работ и биогеографических обобщений. На данный момент процесс изучения ветвистоусых ракообразных в водоемах тропических и субтропических регионов Земли, особенно Африки, сконцентрирован на описании новых видов, а попытки объяснить закономерности формирования их современных ареалов немногочисленны. В публикуемых фаунистических списках видов для этих территорий значительную часть по-прежнему составляют таксоны с космополитными и очень широкими ареалами. Особый интерес в контексте биогеографии тропических кладоцер представляют собой так называемые «циркумтропические» группы видов кладоцер. Неревизованные виды с циркумтропическими ареалами априори рассматриваются как комплексы близких видов, но проверка данного положения требует обычно значительных усилий. Комплексные ревизии таких групп видов могут стать важной основой при разработке фундаментальных проблем биогеографии тропиков.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В разделах главы (2.1.–2.3) приведен обзор материала, использованного в работе, и подходов к его обработке.

Материалом для диссертации послужили 827 пробы, отобранные из 300 водоемов и водотоков Эфиопии в рамках работы Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции за период с 1987 по 2017 гг. включительно. Качественный отбор проб проводили из пелагиали, литорали и бентали озер, заводей рек, а также из водохранилищ, прудов, луж и других доступных водных объектов при помощи планктонных сеток и сачков различной

конструкции. Для каждой точки отбора проб при помощи GPS-навигатора GARMIN eTrex H (Garmin Ltd., США) определяли географические координаты и высоту над уровнем моря. Материал фиксировали на месте 4% формалином или 96% этиловым спиртом. Из 300 посещенных водных объектов, только озеро Тана было исследовано стационарным методом в течение одного года. В указанный период отбор проб проведен В. Зелалемом. Остальные водоемы и водотоки были исследованы маршрутным методом преимущественно с сентября по февраль. В лаборатории пробы разбирали под бинокулярным микроскопом LOMO (ОАО «ЛОМО», Россия) при малом увеличении. Далее ветвистоусых ракообразных более подробно исследовали под светооптическим микроскопом Olympus BX41 (Olympus Corporation, Япония) в капле глицерина при увеличениях X100, X200, X400 и X1000 раз. Всех встреченных представителей ветвистоусых ракообразных определяли до вида, группы видов или до уровня рода по определителям и специальным статьям. Результаты определения заносили в базу данных.

Морфология восьми групп видов была исследована нами подробно. Для документирования результатов сравнительно-морфологического анализа использованы рисунки, подготовленные при помощи рисовального аппарата, а также микрофотографии, полученные на светооптическом микроскопе LEICA DMR (Leica, Германия), оснащенном фотокамерой JVC 3 CCD C-MOUNT, и растровых электронных микроскопах Jeol JSM-840A (JEOL Ltd., Япония) и Tescan Vega TS5130MM (CamScan MV 2300) (TESCAN, Чехия).

При анализе относительной встречаемости видов кладоцер в водных объектах Эфиопии к доминирующим видам относили те виды, которые были встречены более чем в 10% водоемов. Эколого-географическая приуроченность выявленных видов кладоцер описана на основе определителей и базы данных, предложенной А.А. Котовым с соавторами (Fortó et al., 2008; Kotov et al., 2013a) с некоторыми изменениями. Визуализация точек отбора проб и местонахождений отдельных таксонов проведена в программе ArcView 3.2. Обработка данных осуществлялась в программах Microsoft Access 2007, Microsoft Excel 2007, Statistica 6.0, EstimateS 9.1.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Аннотированный список видов ветвистоусых ракообразных Эфиопии

В разделе приведен список 64 видов кладоцер, выявленных нами в водоемах и водотоках Эфиопии. Для каждого вида указаны ссылки на публикации, по которым проведено определение, находки в пределах Эфиопии на основе литературных и оригинальных данных, а также даны комментарии по определению.

3.2. Уточнение систематического положения и ареалов некоторых таксонов, найденных в водоемах и водотоках Эфиопии

Раздел содержит данные по сравнительно-морфологическим ревизиям и распространению некоторых редких (*Acroperus*, *Disparalona*, *Leberis*, *Moina belli*, таксоны группы *Macrothrix paulensis*, *Notoalona*) и циркумтропических групп (*Grimaldina*, *Moinodaphnia*) клadoцер, обнаруженных в Эфиопии. Эфиопские популяции, принадлежащие к перечисленным группам, определены как *Acroperus africanus*, *Grimaldina brazzai*, *Disparalona chappuisi*, *D. cf. striatoides*, *Leberis punctatus*, *Macrothrix odiosa*, *Moina belli*, *Moinodaphnia submicronata*, *Notoalona pseudomacronyx*. По результатам проведенных ревизий, в масштабах мировой фауны переописано пять несправедливо забытых видов (*Disparalona (Mixopleuroxus) chappuisi*; *D. (M.) hamata*; *Grimaldina brazzai*; *Leberis punctatus*; *Macrothrix capensis*); дополнены данные по морфологии шести видов (*Moina belli*; *Moinodaphnia alabamensis*; *M. macleayi*; *M. submicronata*; *Notoalona globulosa*, *N. pseudomacronyx*); описано три вида (*Acroperus africanus*, *Grimaldina freyi*, *Macrothrix australiensis*) новых для науки. Впервые с момента первоописания уточнен диагноз циркумтропического рода *Grimaldina*; предложено деление рода *Disparalona* s.l. на два подрода – *Disparalona* s.str. и *Disparalona (Mixopleuroxus)*.

3.3. Оценка полноты выявления видового состава клadoцер в водоемах Эфиопии

Оценка полноты выявления видового состава клadoцер по непараметрическим методам экстраполяции видового богатства свидетельствует о том, что видовой состав клadoцер в водоемах Эфиопии, исследованных в рамках Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции, выявлен нами достаточно полно. Также адекватно оценен видовой состав клadoцер в двух крупнейших штатах (Амхара, Оромия) и отдельных регионах (озеро Тана, водоемы, расположенные в горах Бале). Видовое разнообразие клadoцер в Штате народов Юга и водных объектах Рифтовой долины выявлено нами не полно, эти регионы нуждаются в дальнейшем изучении. Наибольшее число видов клadoцер (39 видов) обнаружено в озере Тана, причем сопоставимые значения видового богатства отмечены в сухой и влажный сезон (35 и 33 вида, соответственно). Это свидетельствует об отсутствии резких сезонных изменений структуры видового богатства в озере на количественном уровне.

3.4. Таксономическое разнообразие ветвистоусых ракообразных Эфиопии

По результатам проведенного исследования в водоемах и водотоках Эфиопии нами выявлено 64 таксона ветвистоусых ракообразных видового и внутривидового рангов, принадлежащих к 2 отрядам, 7 семействам и 35 родам. Новыми для фауны Эфиопии можно считать 35 видов ветвистоусых ракообразных. По числу видов в фауне Эфиопии лидирует

семейство Chydoridae (27 видов), далее со значительным отрывом следует семейство Daphniidae (16 видов). На эти два семейства вместе приходится 67,2% идентифицированных видов кладоцер. Остальные 5 семейств представлены семью и менее видами. Ведущими родами являются *Daphnia* (7 видов) и *Macrothrix* (5 видов), *Ceriodaphnia*, *Diaphanosoma*, *Moina*, *Simocephalus* (по 4 вида). Остальные 29 родов насчитывают по три и менее таксонов.

Выявленная таксономическая структура фауны кладоцер Эфиопии имеет ряд особенностей. Высокое разнообразие семейства Chydoridae на уровне родов и видов, в целом, типично для тропических регионов Земли. В то же время, значительный вклад семейства Daphniidae (в особенности рода *Daphnia*) в большей степени характерен для умеренного климатического пояса северного полушария. По-видимому, в качестве ведущего фактора формирования такой уникальной таксономической структуры можно рассматривать разнообразие типов климата на территории Эфиопии как в предшествующие геологические периоды, так и сегодня.

Важно отметить, что в составе фауны кладоцер Эфиопии насчитывается 23 рода, включающих всего по одному виду. Эту особенность структуры фауны необходимо учитывать при использовании водоемов и водотоков Эфиопии в хозяйственной деятельности. Исчезновение таких таксонов из экосистем автоматически приведет к уменьшению биоразнообразия не только на видовом, но и родовом уровне, а также (в случае с *Bosmina longirostris*) на уровне целого семейства.

3.5. Особенности видового состава ветвистоусых ракообразных водоемов Эфиопии

Водные объекты Эфиопии очень интересны с точки зрения видового состава кладоцер. Из 300 исследованных водоемов и водотоков, ветвистоусых ракообразные были обнаружены в 256 водных объектах. В 44 водных объектах кладоцеры найдены не были.

К широко распространенным таксонами, встреченным более чем в 20% водных объектов на всей исследованной территории Эфиопии, принадлежит два вида, *Macrothrix spinosa* и *Moina micrura*. К обычным видам, встреченным в 10–20% водных объектов на всей территории Эфиопии, можно отнести пять видов: *Ceriodaphnia cornuta*, *Ovalona cambouei*, *Chydorus parvus*, *C. cf. sphaericus*, *Simocephalus mixtus*.

Виды, встреченные менее чем в 10% водных объектов, являются более узко распространенными. Среди них есть как таксоны, широко представленные в разных водоемах в пределах одного или нескольких регионов Эфиопии, так и виды, отмеченные в единственном водоеме только в одном регионе. К первой группе относятся виды, обнаруженные в: (1) водных объектах, расположенных от северо-западной до центральной части Эфиопии и горах Бале (например, *Alonella excisa*, *Karualona iberica*, *Leydigia ciliata*, *Coronatella rectangula* и др.); (2)

водоемах и водотоках центральной части Эфиопии (например, *Daphnia barbata*, *Daphnia magna*); (3) только в водоемах гор Бале (эндемичными для водоемов этого региона являются 5 видов: *Alona guttata*, *Alonella exigua*, *Daphnia izpodvala*, *Flavalolona* cf. *costata*, *Pleuroxus makaliensis*). Ко второй группе принадлежит 15 видов. Из них 10 видов (*Acroperus africanus*, *Camptocercus uncinatus*, *Coronatella hardingi*, *Diaphanosoma sarsi*, *Graptoleberis testudinaria*, *Grimaldina brazzai*, *Kurzia longirostris*, *Latonopsis australis*, *Sarsilatona* sp., *Scapholeberis kingii*) были обнаружены только в озере Тана и (или) его заболоченной пойме. *Ilyocryptus agilis* найден только в реке Дура, *Moina* cf. *hutchinsoni* – в озере Абията, *Moina* cf. *lipini* и *Notoalona pseudomacronyx* – во временных лужах, *Simocephalus heilongjiangensis* – в водохранилище Кока.

Из всех изученных водоемов и водотоков, наибольшее видовое разнообразие кладоцер отмечено нами для озера Тана и его заболоченной поймы. В самом озере нами обнаружено 39 видов ветвистоусых ракообразных. Таким образом, озеро Тана содержит 60,9% всех выявленных в составе фауны Эфиопии видов ветвистоусых ракообразных.

В остальных исследованных озерах и водохранилищах вместе отмечено 40 видов ветвистоусых ракообразных. При этом по отдельности все водоемы этих типов содержат восемь и менее видов ветвистоусых ракообразных.

В прудах (в том числе рыбоводных) на всей территории Эфиопии нами был найден 21 вид кладоцер, в лужах – 33 вида. Однако каждый отдельно взятый водоем этих типов содержит не более 11 видов кладоцер. Только в неглубоких прудах и лужах был отмечен один вид – *Simocephalus serrulatus*. И лишь три вида кладоцер было найдено нами только в лужах – *Macrothrix odiosa*, *Moina* cf. *lipini*, *Notoalona pseudomacronyx*. Их распространение на остальной территории Эфиопии требует дальнейших исследований.

Видовой состав кладоцер в водотоках представлен восемью и менее видами ветвистоусых ракообразных. Большая часть рек и ручьев, обследованных нами в сухой сезон, вовсе не содержала кладоцер.

3.6. Поиск закономерностей появления гамогенетических самок и самцов кладоцер в водоемах Эфиопии

Гамогенетические самки и самцы были найдены всего в 36 пробах у 22 видов ветвистоусых ракообразных. При этом у *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia cornuta*, *C. reticulata*, *Chydorus parvus*, *Coronatella rectangula*, *Karualona iberica*, *Leydigia ciliata*, *Simocephalus mixtus*, *Simocephalus* sp. были найдены только эфиппидальные самки (эфиппиды); у *Coronatella hardingi*, *Macrothrix triserialis*, *Moinodaphnia submucronata* – только самцы; у *Ceriodaphnia quadrangula*, *Daphnia hyalina*, *D. izpodvala*, *D. sinensis*, *Macrothrix laticornis*, *M. spinosa*, *Moina belli*, *M. cf. hutchinsoni*, *M. micrura*, *Ovalona cambouei* – эфиппидальные самки (эфиппиды) и самцы. Несмотря

на проведение сезонных сборов на озере Тана, нам не удалось выявить какой-либо четкой приуроченности появления гамогенетических самок и самцов к определенному сезону для этого озера. Остальные водоемы были обследованы нами маршрутным способом, преимущественно после сезона дождей, в сухой сезон или перед началом сезона дождей. Находки гамогенетических самок и самцов в рассматриваемые периоды не являются массовыми, и приурочены, главным образом, не к крупным озерам, а к пересыхающим рекам, временным лужам, неглубоким прудам и водохранилищам. К сожалению, находки гамогенетических самок и самцов в водоемах тропических регионов Земного шара на данный момент являются скорее случайными, чем закономерными, а данные об их приуроченности к какому-либо сезону или типу водоемов не систематизированы.

3.7. Анализ эколого-географической приуроченности кладоцер Эфиопии в свете проблем систематики

В результате нашей работы новыми для фауны Эфиопии стал 1 планктонный вид и 34 вида, принадлежащих к бентосно-фитофильному комплексу. В итоге, для Эфиопии к настоящему времени известно 18 планктонных и 46 бентосно-фитофильных видов кладоцер. Представители бентосно-фитофильного комплекса вносят значительный вклад в разнообразие кладоцер водных объектов Эфиопии, на эту экологическую группу приходится 71,9% всех выявленных видов, в то время как планктонные виды, наиболее часто используемые в прикладных работах по мониторингу состояния водных экосистем, составляют лишь 28,1%.

Ситуация с анализом географической приуроченности кладоцер Эфиопии выглядит достаточно динамично и напрямую связана с пересмотром систематического положения и уточнениями ареалов для каждого конкретного вида. На формальном уровне можно сказать, что, по результатам наших исследований, в фауне кладоцер Эфиопии выявлены как группы с широкими и очень широкими ареалами, охватывающими большую часть зоогеографических областей, так и группы с более локальным распространением. Для некоторых видов в составе эфиопской фауны космополитное распространение уже подтверждено сравнительно-морфологическими и молекулярно-генетическими методами (например, для *B. longirostris*), но для значительного числа видов необходимо проведение дополнительных исследований.

Полученные новые данные о распределении видов на территории Эфиопии, Африки в целом и некоторых тропических регионах Старого Света позволяют наметить некоторые закономерности географической приуроченности кладоцер эфиопской фауны:

(1) Виды из водоемов среднегорий Эфиопии (*Acroperus africanus*, *Disparalona chappuisi*, *Grimaldina brazzai*, *Leberis punctatus*, *Macrothrix odiosa*, *Moinodaphnia submucronata*, *Notoalona pseudomacronyx*) имеют достаточно широкие ареалы в Афротропической и Ориентальной

областях, однако не заходят в Австралазийскую область, из которой известны близкие им виды (*Leberis diaphanus*, австралийские виды группы *Macrothrix paulensis*, *Moinodaphnia macleayi*, *Notoalona globulosa*). По-видимому, основная долготная биогеографическая граница в тропиках Старого Света проходит по территории Южной и Юго-Восточной Азии, в водоемах которой близкие виды могут встречаться совместно. В ходе нашей работы не был пересмотрен материал по видам *Acroperus*, *Grimaldina* и *Disparalona* cf. *hamata* из водоемов Австралии, но, с большой вероятностью, австралийские популяции представляют собой самостоятельные виды.

(2) Виды из высокогорий Эфиопии имеют более локальное распространение как в пределах Эфиопии, так, возможно, и в целом в Африке. Ареалы *Daphnia izpodvala*, *Pleuroxus makaliensis* и некоторых других видов нуждаются в уточнении, как в пределах горных систем Африки, так и в Азии.

(3) Доля видов кладоцер, эндемичных для Африки в целом, в фауне Эфиопии крайне низкая. С уверенностью, к таким видам пока можно отнести только *Daphnia barbata*. Для *Moina belli*, популяции которой были исследованы нами из Южно-африканской республики и Эфиопии, требуются дополнительные исследования. Сходный вид, *M. kazsabi*, был описан из Монголии, однако сейчас рассматривается в качестве младшего синонима *M. belli*.

Исследования локальных зон эндемизма внутри африканского континента пока также не достаточно разработаны. Так, *Disparalona (M.)* cf. *striatoides* обнаружена в Южно-африканской республике и Эфиопии. В то же время, распространение *Macrothrix capensis*, близкого к *M. odiosa*, ограничено только Южной Африкой.

До 2010 г. из Эфиопии не было описано ни одного вида ветвистоусых ракообразных. Поэтому для значительной части выявленных в нашей работе видов (за исключением *Acroperus africanus* и *Daphnia izpodvala*) водоемы Эфиопии на региональном уровне не являются типовым местообитанием. И все виды с более или менее широкими ареалами из общего таксономического списка могут рассматриваться в качестве объекта будущих исследований по подтверждению или опровержению известных для них ареалов.

В рамках нашей работы в связи с использованием морфологических методов при обработке материала, остается открытым вопрос о путях заселения кладоцерами водоемов и водотоков Эфиопии. В фауне Эфиопии в целом относительно высока доля видов, указанных для территории Палеарктики. Поэтому не исключено, что в формировании современной фауны кладоцер Эфиопии значительную роль играли таксоны, иммигрировавшие из Палеарктики. Пока вклад разных биогеографических сценариев в формирование современных тропических фаун кладоцер обсуждается преимущественно на спекулятивном уровне (Van Damme, Sinev, 2013; Neretina, Kotov, 2017b; Neretina et al., 2018).

3.8. Предварительное биогеографическое районирование Эфиопии по данным видового состава ветвистоусых ракообразных

Значительное видовое богатство и выраженная пространственная неравномерность распределения многих видов ветвистоусых ракообразных в водоемах и водотоках Эфиопии затрудняют оценку биогеографической дифференциации их комплексов для конкретных типов водных объектов. Кроме того, видовой состав кладоцер в некоторых регионах выявлен нами не полно и требуются дальнейшие усилия по сбору проб. Тем не менее, на основе обработанного материала удастся выделить некоторые закономерности распределения ветвистоусых ракообразных в пределах Эфиопии.

Качественный анализ распределения видов кладоцер по высоте над уровнем моря свидетельствует о том, что:

(1) Число видов кладоцер, встреченные в низинах (на высоте около 500 м над уровнем моря) относительно не велико. В этой зоне отмечено всего восемь видов: *Ceriodaphnia cornuta*; *Coronatella rectangula*; *Daphnia lumholtzi*; *Euryalona orientalis*; *Leberis punctatus*; *Macrothrix spinosa*; *Moina micrura*; *Pseudosida szalayii*. По эколого-географическим предпочтениям эти виды могут быть отнесены к термофильному комплексу, типичному для водоемов тропических регионов. При этом каких-либо видов кладоцер, приуроченных только к тропическим низинам Эфиопии, не обнаружено.

(2) С увеличением высоты над уровнем моря происходит увеличение видового богатства фауны ветвистоусых ракообразных за счет добавления новых видов, причем как термофильных, типичных для тропиков таксонов (например, *Chydorus parvus*, *Coronatella hardingi*, *Daphnia barbata*, *Grimaldina brazzai*, *Kurzia longirostris*, *Macrothrix odiosa*, *Moinodaphnia submucronata* и др.), так и более холодолюбивых видов (например, *Bosmina longirostris*, *Camptocercus uncinatus*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Daphnia hyalina*, *Graptoleberis testudinaria* и др.) и видов с более широкими эколого-географическими предпочтениями (например, *Chydorus* cf. *sphaericus*). Максимум видового разнообразия кладоцер приурочен к водным объектам среднегорий (около 1 500 – 3 000 м над уровнем моря). В этой зоне отмечено 59 видов ветвистоусых ракообразных, причем некоторые виды были найдены только в водоемах среднегорий.

(3) В водных объектах, расположенных на высоте более 3 000 м над уровнем моря, видовое разнообразие кладоцер вновь снижается. В этой зоне нами выявлено 18 видов, из них пять видов (*Daphnia izpodvala*, *Alona guttata*, *Alonella exigua*, *Flavalolona* cf. *costata*, *Pleuroxus makaliensis*) отмечены только на высоте около 3 000 м и более и никогда не были встречены в водоемах, расположенных ниже. В этой зоне представлены как холодолюбивые виды (например, *Alonella exigua*), так и локальные эндемики (например, *Daphnia izpodvala*, *Pleuroxus makaliensis*).

По высотному градиенту происходит плавное изменение структуры комплексов доминирующих видов (Рис. 3.8.1). С увеличением высоты над уровнем моря уменьшается вклад теплолюбивых тропических видов (*Macrothrix spinosa*, *Moina micrura*) и увеличивается вклад эндемичных таксонов (*Daphnia izpodvala*, *Pleuroxus makaliensis*).

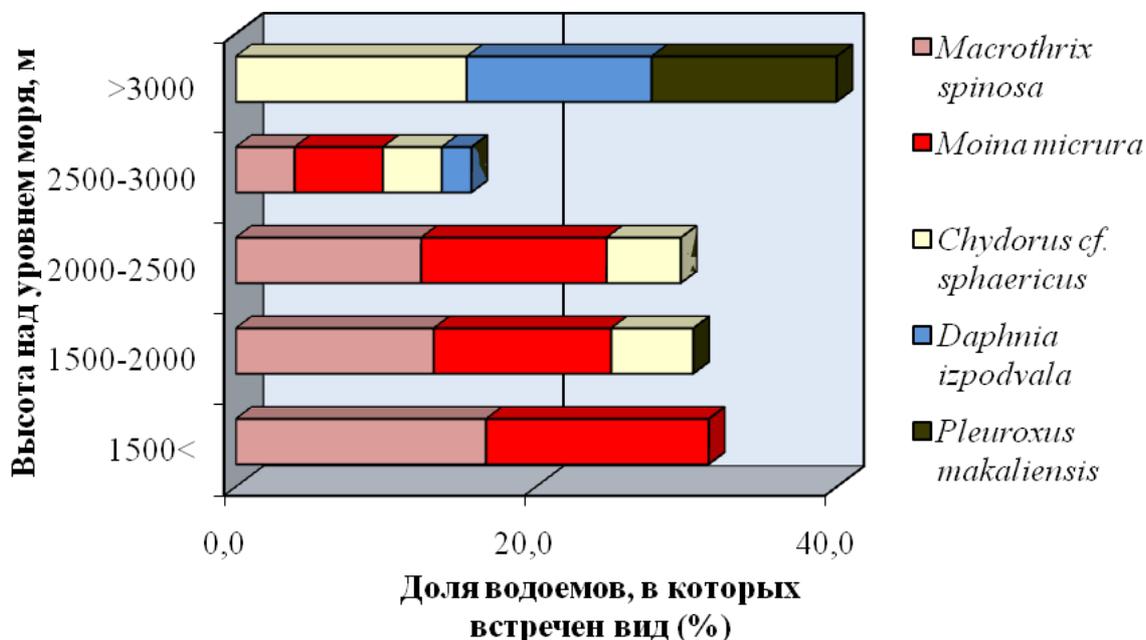


Рис. 3.8.1. Изменение состава комплексов доминирующих видов кладоцер с увеличением высоты над уровнем моря.

Попытки выделения дискретных фаунистических комплексов ветвистоусых ракообразных, характерных для ключевых ландшафтно-экологических районов в пределах Эфиопии (нижнего, умеренного, высокогорного поясов и Рифтовой долины) (Рис. 3.8.2) с учетом всего видового состава также свидетельствуют о плавности изменения облика фауны кладоцер по высотному градиенту.

Ординация изученных водных объектов средствами многомерного неметрического шкалирования свидетельствует о выраженной гетерогенности и мозаичности фаунистических комплексов ветвистоусых ракообразных, отсутствии контрастных зоогеографических отличий высотных поясов (Рис. 3.8.3). В отношении кластеров, включающих водоемы нижнего высотного пояса и Рифтовой долины, наблюдается значительное перекрывание их доверительных эллипсов, что свидетельствует о композиционном единстве фауны этих областей. Наиболее специфичным и статистически значимо отличным от прочих выступает кластер описаний, соответствующий высокогорным водоемам Бале. Область умеренного высотного пояса на ординационной плоскости занимает переходное, промежуточное положение между нижним и высокогорным поясом.

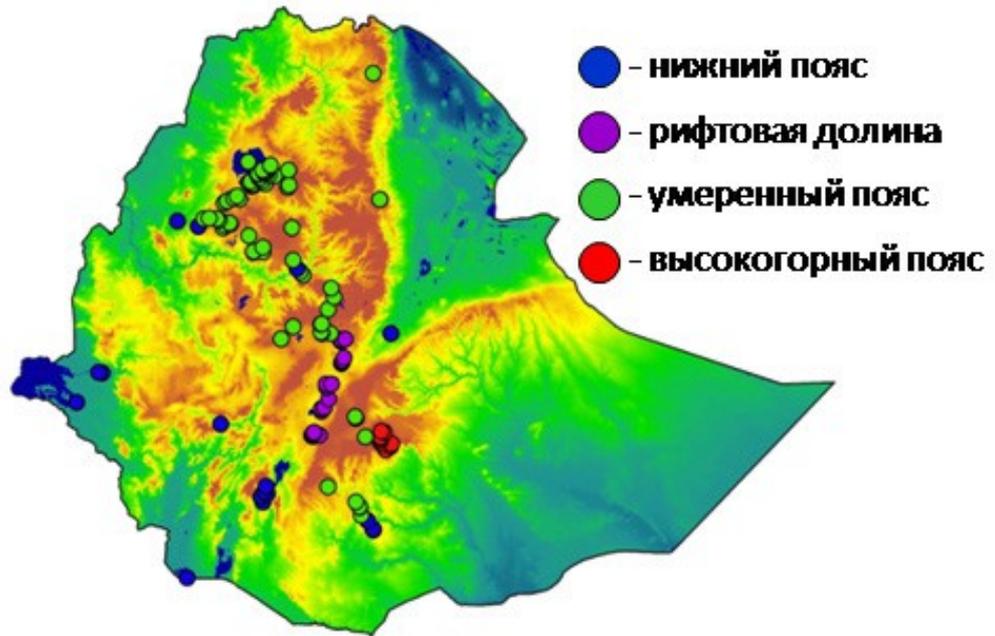


Рис. 3.8.2. Карта-схема водных объектов Эфиопии, использованных для биогеографического районирования.

Аналогичные результаты получены при классификации фаунистических комплексов методом кластерного анализа (Рис. 3.8.4), в соответствии с которым выделены три основных фаунистических кластера: нижнего пояса и Рифтовой долины (1), умеренного (2) и высокогорного (3) поясов (Рис. 3.8.4). В этом типе анализа фауна водоемов высокогорий Бале также наиболее значительно отличается от остальных регионов.

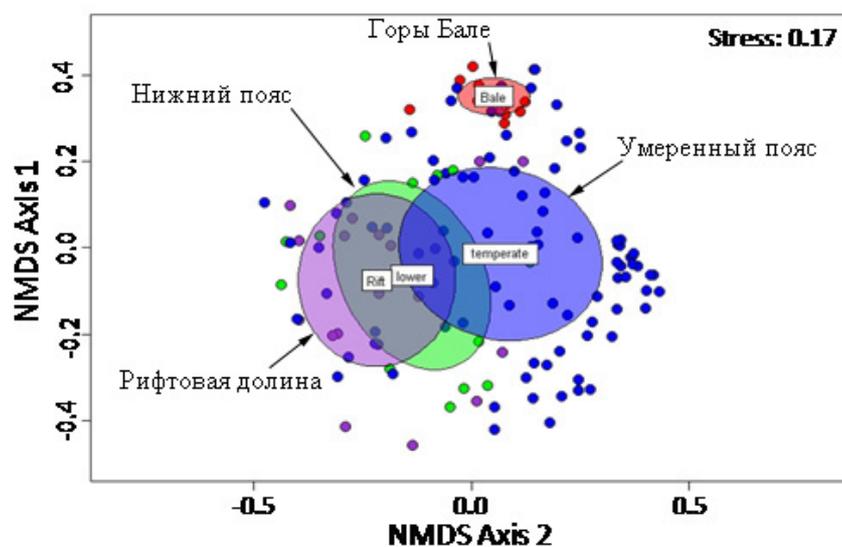


Рис. 3.8.3. Многомерная ординация выделенных регионов по видовому составу кладоцер.

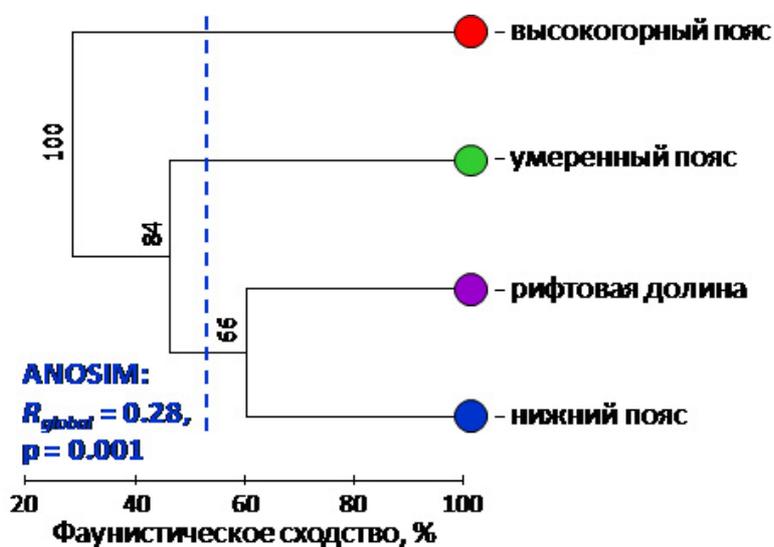


Рис. 3.8.4. Дендрограмма сходства выделенных регионов по видовому составу кладоцер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе нашей работы впервые были обобщены материалы по ветвистоусым ракообразным водоемов и водотоков Эфиопии, собранные за весь период функционирования Совместной российско-эфиопской биологической экспедиции.

Основные достижения нашей работы – это составление сводного таксономического списка кладоцер Эфиопии, создание коллекции ветвистоусых ракообразных и базы данных по ней. Полученная информация позволит продолжить исследование фауны кладоцер Эфиопии при помощи морфологических и молекулярно-генетических подходов на качественно новом уровне.

Несмотря на то, что видовой состав кладоцер Эфиопии выявлен нами достаточно полно, впереди еще много работы по уточнению таксономического статуса видов как с широкими ареалами, так и локальных эндемиков. Отдельной важной задачей представляется написание сводного определителя по фауне ветвистоусых ракообразных Эфиопии и проведение практических занятий по определению кладоцер для местных специалистов.

ВЫВОДЫ:

1. Впервые проведена инвентаризация фауны ветвистоусых ракообразных Эфиопии. Выявлено 64 вида, принадлежащих к 2 отрядам, 7 семействам и 35 родам. Из них 35 видов впервые отмечены для Эфиопии.

2. В масштабах мировой фауны уточнено систематическое положение и ареалы восьми видов кладоцер, обнаруженных в Эфиопии. По результатам сравнительно-морфологических исследований переописано пять несправедливо забытых видов (*Disparalona (Mixopleuroxus) chappuisi*; *D. (M.) hamata*; *Grimaldina brazzai*; *Leberis punctatus*; *Macrothrix capensis*); дополнены

данные по морфологии шести видов (*Moina belli*; *Moinodaphnia alabamensis*; *M. macleayi*; *M. submicronata*; *Notoalona globulosa*, *N. pseudomacronyx*); описано три вида (*Acroperus africanus*, *Grimaldina freyi*, *Macrothrix australiensis*) новых для науки. Впервые с момента первоописания уточнен диагноз циркумтропического рода *Grimaldina*; предложено разделение рода *Disparalona* s.l. на два подрода – *Disparalona* s.str. и *Disparalona (Mixopleuroxus)*.

3. В фауне клadoцер Эфиопии выявлены как виды с широкими и очень широкими ареалами, расположенными в пределах нескольких зоогеографических областей, так и группы с более локальным распространением. При этом для всех ревизованных «циркумтропических» таксонов продемонстрирована их представленность несколькими видами с более локальным распространением, как минимум, в пределах Старого и Нового Света.

4. Наибольший вклад в формирование видового разнообразия клadoцер водных экосистем Эфиопии вносят представители бентосно-фитофильного комплекса (71,9%). Планктонные виды составляют 28,1%.

5. Наибольшее видовое разнообразие клadoцер выявлено в озере Тана (39 видов). Другие водоемы и водотоки по отдельности содержат значительно меньше видов, но, за счет неравномерности распределения видового состава между ними, их общий вклад в разнообразие клadoцер сопоставим с озером Тана.

6. Наибольшее число видов клadoцер отмечено в водоемах среднегорий Эфиопии. Значительно меньшее видовое разнообразие выявлено в тропических низинах и высокогорьях.

7. С увеличением высоты над уровнем моря возрастает специфичность состава комплексов доминирующих видов за счет уменьшения вклада широко распространенных теплолюбивых тропических видов (*Macrothrix spinosa*, *Moina micrura*) и увеличения вклада эндемичных таксонов (*Daphnia izpodvala*, *Pleuroxus makaliensis*).

8. Изменение видового состава ветвистоусых ракообразных в водоемах Эфиопии по высотному градиенту происходит плавно, что свидетельствует об отсутствии резких биогеографических границ между регионами. Наибольшее своеобразие видового состава клadoцер на региональном уровне отмечено для водоемов высокогорий Бале.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

1. Neretina, A.N. A new species of *Acroperus* Baird, 1843 (Cladocera: Chydoridae) from Africa / A.N. Neretina, A.A. Kotov // *Zootaxa*. – 2015. – Vol. 4039. – № 4. – P. 516 – 528.

2. Neretina, A.N. A revision of the genus *Leberis* Smirnov, 1989 (Cladocera: Chydoridae) in the Old World and Australia / **A.N. Neretina**, A.Y. Sinev // *Zootaxa*. – 2016. – Vol. 4079. – № 5. – P. 501 – 533.

3. Neretina, A.N. Old World-New World differentiation of so-called “circumtropical taxa”: the case of rare genus *Grimaldina* Richard, 1892 (Branchiopoda: Cladocera: Macrothricidae) / **A.N. Neretina**, A.A. Kotov // *Zootaxa*. – 2017. – Vol. 4291. – № 2. – P. 295 – 323.

4. Neretina, A.N. Diversity and distribution of the *Macrothrix paulensis* species group (Crustacea: Cladocera: Macrothricidae) in the tropics: what can we learn from the morphological data? / **A.N. Neretina**, A.A. Kotov // *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology*. – 2017. – Vol. 53. – P. 425 – 465.

5. 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. – № 3–4. – P. 155 – 205.

Статьи в других изданиях:

1. Neretina, A.N. The genus *Notoalona* Rajapaksa et Fernando, 1987 (Chydoridae: Aloninae) in tropical swampy areas, with particular attention to Africa / **A.N. Neretina**, W. Zelalem, A.A. Kotov // *Transactions of IBIW RAS*. – 2017. – Issue 79 (82). *Hydrobiological Studies of Mires*. – P. 126 – 129.

2. Neretina, A.N. Studies of the Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) of Ethiopia: current state and further perspectives / **A.N. Neretina**, W. Zelalem, A.A. Kotov // *Ethiopian Journal of Biological Sciences*. – 2017. – Volume 16, Supplementary. – P. 171 – 181.

3. 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, G. Sik-Min // *Journal of Species Research* – 2017. – Vol. 6 (Special Edition). – P. 227 – 246.

Материалы и тезисы конференций:

1. Неретина, А.Н. Строение торакальных конечностей рода *Moinodaphnia* Herrick, 1887 (Cladocera: Moinidae) / **А.Н. Неретина**. – Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых ученых: Материалы шестой конференции молодых сотрудников и аспирантов ИПЭЭ РАН. – М.: Т-во научных изданий КМК. – 2014. – С. 148 – 149.

2. Neretina, A.N. Morphology of the genus *Moinodaphnia* Herrick, 1887 (Cladocera: Moinidae) with particular attention to structure of thoracic limbs and distinctions between populations

from different localities / **A.N. Neretina**. – 10th Symposium on Cladocera: Abstract Book. – Prague: Department of Ecology, Charles University in Prague. – 2014. – P. 77.

3. Неретина, А.Н. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Бахар-Дарского залива озера Тана (Эфиопия, Восточная Африка) в ноябре 2014 года / **А.Н. Неретина**. – ЛОМОНОСОВ-2015: XXII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Секция «Биология»: Тезисы докладов. – М.: МАКС Пресс. – 2015. – С. 138 – 139.

4. Неретина, А.Н. Изучение морфологии некоторых видов ветвистоусых ракообразных озера Тана (Эфиопия, Восточная Африка) при помощи сканирующего электронного микроскопа / **А.Н. Неретина**. – XIX Российский симпозиум по растровой электронной микроскопии и аналитическим методам исследования твердых тел и 3-я Школа молодых ученых «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследовании наноструктур и наноматериалов»: Материалы конференции. – Черногловка. – 2015. – С. 516 – 517.

5. Неретина, А.Н. Особенности морфологии некоторых трудно идентифицируемых видов ветвистоусых ракообразных озера Тана (Эфиопия, Восточная Африка) / **А.Н. Неретина**. – II Международная конференция «Актуальные проблемы планктологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых: Материалы конференции. – Калининград. – 2015. – С. 27 – 29.

6. Neretina, A.N. A revision of the genus *Leberis* Smirnov, 1989 (Cladocera: Chydoridae) in the Old World and Australia based on light and scanning electron microscopy / **A.N. Neretina**, S.I. Metelev. – XXVI Российская конференция по электронной микроскопии и 4-я Школа молодых ученых «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях наноструктур и наноматериалов»: Материалы конференции. – ИПТМ РАН. – 2016. – С. 718 – 719.

7. Neretina, A.N. Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) of Ethiopia / **A.N. Neretina**. – Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы V Международной научной конференции. – Минск: Издательский центр БГУ. – 2016. – С. 197 – 198.

8. Неретина, А.Н. Исследование морфологии географически удаленных популяций *Ceriodaphnia cornuta* (Crustacea: Cladocera) / **А.Н. Неретина**, В.К. Чугунов. – Материалы Всероссийской молодежной гидробиологической конференции «Перспективы и проблемы современной гидробиологии». – Ярославль: Филигрань. – 2016. – С. 116 – 117.

9. Неретина, А.Н. Биографический анализ фауны кладоцер (Crustacea: Cladocera) Эфиопии / **А.Н. Неретина**. – Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию кафедры «Зоология и экология» Пензенского государственного университета и памяти проф. В.П. Денисова. – Пенза: Изд-во ПГУ. – 2016. – С. 73.

10. Неретина, А.Н. Ревизия группы видов *Macrothrix paulensis* (Аноморода, Cladocera, Branchiopoda) в водоемах Африки / **А.Н. Неретина**. – Материалы Международной молодежной научной конференции «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна». – Тольятти: ИЭБ РАН, «Кассандра» – 2017. – С. 271.

11. Neretina, A. A revision of *Macrothrix paulensis* species group (Branchiopoda: Cladocera) in tropical regions of the World / **A. Neretina**, A. Kotov, W. Zelalem. – The Crustacean Society Mid-Year Meeting: Abstract Book. – Barcelona. – 2017. – P-102.

12. Neretina, A.N. *Moina belli* Gurney, 1904 (Crustacea: Cladocera), a forgotten rare species from Africa / **A.N. Neretina**, A.A. Kotov, W. Zelalem. – 4th International Congress on Invertebrate Morphology. – М.: «Перо». – 2017. – P. 234.

13. Neretina, A. A revision of *Disparalona hamata* species complex (Cladocera: Chydoridae) in the New and Old World / **A. Neretina**, P. Garibian, A. Kotov, A. Sinev, W. Zelalem. – 11th Symposium on Cladocera: Abstract Book. – Kulmbach. – 2017. – P. 65.

14. Neretina, A. Chydorids (Crustacea: Cladocera) of Ethiopia: diversity and distribution / **A. Neretina**, W. Zelalem, A. Kotov. – 11th Symposium on Cladocera: Abstract Book. – Kulmbach. – 2017. – P. 66.