



*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина
Российской академии наук*

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова
Российской академии наук*



*Всероссийское гидробиологическое общество
при Российской академии наук*

*Научный совет по гидробиологии и ихтиологии
Российской академии наук*



**РУССКОЕ КАРЦИНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
RUSSIAN CRUSTACEAN SOCIETY**

Межрегиональная общественная организация без образования юридического лица

**ЧЕТВЁРТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ РАКООБРАЗНЫХ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



**БОРОК
20-22 мая 2024 г.**

23-25 мая 2022 года, пос. Борок Ярославской обл.

УДК 595.3(28)+574.5(063)

ББК 28.082

А43

eLIBRARY ID: XXXXXX

EDN: XXXXXX

Актуальные проблемы изучения ракообразных : сборник тезисов докладов Четв. Всерос. научно-практ. конф. / ред. А.А. Котов и др. / Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 23–25 мая 2024 г. — город : издательство , 2024. — XXX с. — Текст : электронный.

В сборнике тезисов научно-практической конференции представлено содержание лекций и докладов, в которых представлены основные достижения современной карцинологии. Сборник рассчитан на зоологов, гидробиологов, ихтиологов и экологов широкого профиля.

Редакционная коллегия:

Котов А.А., чл.-корр. РАН, доктор биологических наук

Крылов А.В., проф., доктор биологических наук

Семенова А.С., кандидат биологических наук

Карабанов Д.П., кандидат биологических наук

Научное издание

Издание зарегистрировано в Научной электронной библиотеке



© 2024 г. Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина
Российской академии наук, макет,
оформление, верстка

© 2024 г. Коллектив авторов, текст

ОГЛАВЛЕНИЕ

XXXX

БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОКРИЦЫ *LIGIDIUM HYPNORUM* CUVIER, 1792 (ISOPODA, ONISCIDEA) В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Алексанов

ГБУ КО «Дирекция парков», г. Калуга, Грабцевское шоссе, 73
e-mail: victor_alex@list.ru

Мокрица *Ligidium hypnorum* Cuvier, 1792 известна в качестве одного из наиболее широко распространенных и многочисленных видов наземных ракообразных. Однако фактических сведений о ее биологии недостаточно.

Настоящее сообщение основано на сборах автора и коллег по отделу мониторинга биоразнообразия ГБУ КО «Дирекция парков», сделанных с помощью почвенных ловушек в 2006–2023 гг. Обилие оценивали в показателях уловистости – числе особей на 100 ловушко-суток (экз./100 л.-сут.). Дополнительно применяли ручной сбор и разбор проб лесной подстилки. Всего обследовано 110 пробных площадей в 65 локалитетах.

В полидоминантных теневых широколиственных лесах на пологих водораздельных склонах, обладающих мощным травостоем (черемша, сныть, страусник), это массовый вид, с уловистостью в среднем 51 экз., а в отдельных случаях и свыше 90 экз. Во всех таких биотопах он многократно превосходит другой вид мокриц *Trachelipus rathkii* Brandt, 1833 по уловистости. В производных липняках, распространенных по овражно-балочной сети и на месте усадебных парков, *L. hypnorum* малочислен, в немногих случаях достигая 17 экз. Наивысшая уловистость здесь достигается при наличии густого гравилатово-снытево-пролесникового травостоя и вблизи ручьев, а в липняках с густым подростом или подлеском этот вид единичен. В дубравах и дубо-липняках, произрастающих на склонах южной экспозиции долины р. Оки, *L. hypnorum* единичен, несмотря на густой травостой, однако обнаруживается регулярно, преимущественно вблизи водотоков.

В осинниках и лесах с сочетанием осины и широколиственных пород уловистость мокрицы обычно не ниже, чем в широколиственных лесах, зачастую превосходит 100 экз.

Черноольшаники нитрофильно-травяные по берегам малых рек и ручьев обеспечивают наивысшее обилие мокрицы, обычно превышающее 300 экз. Однако в одном черноольшанике таволговом, расположенном в западине и длительно затопляемом в летние паводки, мокрица оказалась единична. По каменистым берегам малых рек, занятым иво-ольшаниками, *L. hypnorum* малочисленнее, чем по склонам. В ивняках поймы р. Оки и ее притоков это немногочисленный, но регулярно встречающийся вид, хотя отдельные биотопы правобережья Оки им не заселены.

По хвойным лесам данных собрано мало. В сыром ельнике с ольхой черной и осиной это массовый вид (свыше 300 экз.). В елово-сосняке неморальнотравно-кисличном обилие мокрицы оказалось на уровне теневых широколиственных лесов (51 экз.). В сухих сосновых лесах по речным долинам *L. hypnorum* не обнаруживается, однако в сложных сосняках в аналогичных местоположениях встречается при низкой плотности.

Из лугов *L. hypnorum* был в массе в ассоциации камыша лесного на берегу пруда. На влажных высокотравных лугах вблизи лесов это обычный вид. На большинстве лугов он единичен. Прибрежные заросли тростника вовсе не посещались данным видом.

На верховых и переходных болотах мокрица встречается единично и только по краям.

Из антропогенных биотопов на садово-огородных и приусадебных участках *L. hypnorum* встречался единично, нерегулярно и только на тех пробных площадях, которые не изолированы от лесных массивов сколько-нибудь значимыми барьерами.

В городской среде *L. hypnorum* практически не обитает: из 30 пробных площадей вид найден в единичном числе только на трех (лиственный лес, влажный луг и дачный участок), расположенных на периферии города.

Собранные данные позволяют полагать, что существование популяций *L. hypnorum* лимитировано не только параметрами местообитаний (грунтовые воды, травостой, подстилка), но и возможностью расселения. Помимо городских биотопов, пригородные аналоги которых освоены мокрицей, в этом убеждает ельник с осиной неморальнотравный на острове внутри верхового болота, где мокрицы полностью отсутствовали.

Ligidium hypnorum представляет интерес для дальнейшего мониторинга в качестве возможного индикатора относительно малонарушенных экосистем.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНВАЗИЙНОГО ЦИКЛОПА *ACANTHOCYCLOPS AMERICANUS* (MARSH, 1893), ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕГО БЫСТРОЕ РАССЕЛЕНИЕ И ДОМИНИРОВАНИЕ В ЛИМНИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЕВРАЗИИ

В.Р. Алексеев

Зоологический Институт РАН, С-Петербург
e-mail: alekseev@zin.ru

Acanthocyclops americanus (Marsh, 1893), описанный из озер Северной Америки в конце XIX века вскоре после этого был обнаружен в Великобритании и предположительно был определен как вселенец, проникший в Старый Свет с балластными водами судов. За прошедшие 100 лет этот вид широко расселился в Палеарктике. В настоящее время занятый им ареал охватывает территорию от озер южной Норвегии до водоемов Северной Африки и от Великобритании до водохранилищ реки Енисей. Распространение этого вида во многом совпадает с миграционными путями водоплавающих птиц, которые с высокой степенью вероятности и осуществляют внутриконтинентальное расселение этого вида. Во многих водоемах лимнического типа и прежде всего в хорошо прогреваемых мелководных озерах этот вид является практически единственным представителем ракообразных зоопланктона, активно вытесняя близкородственные формы и других планктонных и литоральных ракообразных, доступных им в качестве объектов питания по размеру. В основе столь быстрого и эффективного расселения, а также доминирования *A. americanus* в летнем зоопланктоне лежат некоторые стороны его биологии, связанные с : а) питанием взрослых особей (избыточное хищничество); б) индукцией и реактивацией диапаузирующих стадий (Сор IV), способных в покоящемся состоянии сохранять жизнеспособность после прохождения кишечника потребляющих их организмов; в) адаптивное поведение молоди (прежде всего науплиусов), позволяющее ей резко снижать каннибализм со стороны старших возрастных групп в их отношении. Эти стороны биологии наряду с высоким темпом роста, большой плодовитостью и относительно малыми размерами позволяют данному виду успешно противостоять хищничеству планктоноядных рыб и снижать численность конкурентов в летнем зоопланктоне.

Работа выполнена при финансовой поддержке госпрограммы 122031100274-7.

КАК ДИАПАУЗА РАКООБРАЗНЫХ МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНА В МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ

В.Р. Алексеев^{1*}, А.В. Макрушин², Дж.-Ш. Хванг³, М.-Х. Ценг³

¹ Зоологический Институт РАН, С-Петербург

e-mail: alekseev@zin.ru

² Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Ярославская обл., п. Борок

³ Институт морской биологии, Национальный Тайваньский океанический университет, Килунг, Тайвань

³ Национальный тайваньский университет, Тайбэй, Тайвань

Способность к формированию покоящихся стадий является одной из базовых особенностей живых существ и, просматриваясь в длинном эволюционном ряду от простейших до позвоночных, по-видимому, имеет общую генетическую основу. Сравнительно хорошо изученная диапауза членистоногих (насекомых, клещей и ракообразных) дает возможность использовать их в качестве модельных объектов для понимания механизмов индукции, терминации и протекания биологического покоя и с определенными оговорками переносить эти знания для понимания пограничных состояний некоторых заболеваний у людей. Одним из примеров такого рода аппроксимации является предложенная А.В. Макрушиным гипотеза о сходстве ряда онкологических новообразований с эмбриональной диапаузой у беспозвоночных. Исследование восприятия неблагоприятных условий космического полета у диапаузирующих эмбрионов ряда видов ракообразных позволило поставить вопрос о воздействии слабых доз радиации на иммунную систему космонавтов. Для практической медицины представляют интерес фиксированные уровни снижения и повышения метаболизма, отмечаемые у диапаузирующих ракообразных в процессе индукции и реактивации диапаузы, как возможное объяснение протекания биологических процессов при летаргических и онкологических заболеваниях. В докладе обсуждаются также вопросы молекулярно-генетического механизма биологического покоя у беспозвоночных и связь его с продолжительностью жизни и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке госпрограммы 122031100274-7.

ИЗУЧЕННОСТЬ ФАУНА ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CLADOCERA: CRUSTACEA) РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Л.В. Андреева^{1,3}, П.Г. Гарибян², Е.И. Зуйкова³, Л.П. Слепцова³

¹Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, 677007, Россия, проспект Ленина, 41
e-mail: au_196@mail.ru

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, 119071, Россия, Ленинский проспект, 33
e-mail: petr.garibyan21@mail.ru

³Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, 630091, Россия, ул. Фрунзе, 11
e-mail: zuykova1064@yandex.ru

Зоопланктон – один из важнейших элементов водных экосистем, он является регулятором потоков вещества и энергии в водоемах, прежде всего, как потребитель бактерий и фитопланктона. Благодаря такой важной роли в экосистеме, этой группе уделяется особое внимание гидробиологов. Одной из основных групп зоопланктона выделяются ветвистоусые ракообразные (Cladocera), зачастую выступающие как доминанты в сообществах континентальных водоемов. Территория Якутии, которая измеряется в миллионах гектаров и километров, богата водоемами. Использование водных ресурсов нуждается в очевидном представлении о их биологических особенностях и биологической продуктивности. Несмотря на длительную историю изучения ветвистоусых ракообразных в Якутии, остается еще много "белых пятен" в знаниях по ним.

Первые крупномасштабные исследования ветвистоусых ракообразных Якутии начались в послевоенный период, главным образом, рыбохозяйственными учреждениями, вследствие резкого падения численности и биомассы промысловых рыб. Основной упор в таких исследованиях был направлен на изучение зоопланктона речных систем, крупных озер и водохранилищ, из-за чего биоразнообразие кладоцер представлялось низким. Так, на среднем участке р. Лены в 1948-1951 гг. Л.Е. Комаренко (1956) нашел 41 вид ветвистоусых ракообразных, отметив их обилие видов в озерных экосистемах. За редким исключением (Ларионова, 1974; Собакина, 2000), основным направлением работ было направлено на изучение отдельных водных систем без попыток просуммировать все имеющиеся данные о фаунистическом составе ветвистоусых ракообразных. Ранние исследования зоопланктона региона описаны в монографии «Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены» (Кириллов и др., 2009). В общей сложности, к тому времени было определено 50 видов ветвистоусых ракообразных. В 2015 году в серии статей А.И. Климовского с соавторами (Климовский и др., 2015) и в последующих работах П.Г. Гарибяна (Garibian et al., 2018; 2023) приведен гораздо более полный список видов (90 таксонов кладоцер), включая новые находки, как для региона, так и для науки в целом: *Chydorus belyaevae* Klimovsky et Kotov, 2015; *Pleuroxus yakutensis* Garibian, Neretina, Klimovsky and Kotov, 2018; *Ceriodaphnia nikolaii* Garibian, Andreeva, Kotov, 2023. Все они схожи с типичными видами, широко распространенными в Северной Евразии. Однако при детальном исследовании оказалось, что это самостоятельные таксоны. Немаловажную роль в изучении биоразнообразия кладоцер Якутии сыграли молекулярно-генетические исследования, главным образом, рода *Daphnia*. В результате впервые на территории Якутии обнаружен редкий вид *D. umbra*, выявлены дистантные филогенетические клады видов *D. curvirostris*, *D. pulex*, *D. middendorffiana* (Kotov, Taylor, 2019; Zuykova et al., 2022). Также несомненно, что описанный ранее в водоемах Якутии вид *D. hyalina* (Собакина, 2000), фактически представляет собой транс-берингийский вид *D. dentifera*. Опираясь на результаты морфологических и молекулярно-генетических анализов, мы полагаем, что многие таксоны кладоцер, обнаруженные в водоемах Якутии и считающиеся "широко распространенными" в Северной Евразии окажутся на самом деле группой близких видов. Фаунистический состав ветвистоусых ракообразных в Республике Саха (Якутия) явно недооценен, и для того, чтобы оценить его в полной мере, требуются дополнительные фаунистические и молекулярно-генетические исследования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (грант № 24-24-00528).

ПОКОЯЩИЕСЯ СТАДИИ РАКООБРАЗНЫХ В ПРЕСНЫХ И ГИПЕРСОЛЕННЫХ ПЕРЕСЫХАЮЩИХ ВОДОЕМАХ КРЫМА

Е.В. Ануфриева¹, Е.А. Колесникова¹, Т.Н. Ревкова¹, Е.А. Слепушкина², Н.В. Шадрин¹

¹ ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН», 299011, Севастополь, проспект Нахимова, 2.

² Севастопольский государственный университет, 299053, Севастополь, улица Университетская, 33.
e-mail: lena_anufriieva@mail.ru

Временные водоемы широко распространены во всех природных зонах. Причины их возникновения различны. Пересыхающие природные водоемы разного размера являются важными ландшафтными компонентами в аридных зонах, к которым относится большая часть Крыма. Они характеризуются тем, что потенциальное годовое испарение воды превышает количество атмосферных осадков. В Крыму существует большое разнообразие полностью или частично пересыхающих водоемов с разной соленостью воды, от пресных до гиперсоленых. Существование биоты в них, в первую очередь, поддерживается за счет наличия банка покоящихся стадий разных организмов. Изучен выход активных стадий ракообразных из высохших грунтов в гиперсоленых озерах и пресных лужах юго-западной части Крыма. В гиперсоленых водоемах установлен выход *Artemia* spp. (Anostraca), *Moina salina* (Cladocera), *Cletocamptus retrogressus* (Copepoda, Harpacticoida), *Arctodiatomus salinus* (Copepoda, Calanoida), *Eucypris mareotica* (Ostracoda), Cyclopoida. В небольших пересыхающих лужах обнаружены *Diacyclops* spp. и *Acanthocyclops* spp. (Cyclopida), *Eucypris affinis* (Ostracoda), *Moina macracopa* и *Moina rectoris* (Cladocera). Во всех опытах выход активных стадий не был синхронным. Для случая грунтов из гиперсоленых водоемов он мог быть растянут до 10–30 дней. В случае с грунтами из пресных луж выход активных стадий всех найденных видов ракообразных был растянут на 40–45 дней. Из грунта гиперсоленых водоемов выход артемий начинался через 3–10 дней после помещения в воду с соленостью 50 г/л, при более высокой солености выход начинался позже и был более растянутым. Из грунта пресных луж выход начинался в 1–2 день после помещения в сосуды с водой. Для всех вариантов и видов отмечены временные особенности динамики выхода, которые были видоспецифичными. Пересыхающие водоемы могут быть важным элементом поддержания видового богатства ракообразных в аридных регионах.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Экосистемы экстремальных местообитаний Азово-Черноморского бассейна и других регионов: биоразнообразие, функционирование, динамика и биоресурсный потенциал» (№ гос. регистрации 1023032700552-4-1.6.16;1.6.19;1.6.18;1.6.12;1.6.23).

ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОЦЕНОЗА ВЕРХНЕГО ДОНА В РАЙОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД ИЗ ПРИТОКА Р. ВОРОНЕЖ

С.Ю. Арашин

Вологодский государственный университет, 160000, г. Вологда, ул. Ленина д. 15

e-mail: ar.serg@rambler.ru

Высокая и многофакторная антропогенная нагрузка привела к высокой степени загрязнения реки Дон, что оказывает негативное влияние на биоразнообразие и состояние биологических ресурсов (Кулик и др. 2019; Шульгин и др., 2020; Миноранский и др., 2021). Для оценки качества воды используются биоиндикационные возможности зоопланктона, тем более что для сравнительного анализа имеются многолетние данные, начиная с 1920-х годов, исследований Верхнего Дона (Сент-Илер, 1925; Бухалова, 1935; Сент-Илер, Бухалова, 1937), а также Нижнего Дона – с 1940-х годов (Фесенко, 1948; Харин, 1957). К настоящему времени наиболее подробно изучена динамика зоопланктоценозов нижнего течения реки (Шейнин, 1960, 1974, 2001; Студеникина и др., 2001; Тевяшова, 1998, 2002, 2006; Свистунова и др., 2014; Шляхова, 2002, 2005, 2023; 2018, 2020). На Верхнем Доне внимание исследователей было привлечено к его центральному участку в Воронежской области (Склярова и др., 1960, 1961, 1962; Склярова, 1965, 1975; Животова 2005; Чионов и др. 2005), включая оценку влияния поступающих с правобережных очистных сооружений г. Воронежа загрязненных вод через крупный приток р. Воронеж (Животова, 1994, 1999). Для этого было прослежено изменение состояния зоопланктоценоза на участке реки Дон, расположенного на расстоянии 9-11 км от устья данного притока (Животова, 1999, 2005).

Учитывая гораздо большую возможность распространения загрязнённых вод от локальных источников за счет значительной скорости течения крупной реки, целью нашего исследования было выявить состояние зоопланктоценоза р. Дон на расстоянии около 40 км от устья р. Воронеж. В рамках поставленной задачи в 2021-2023 гг. была прослежена сезонная динамика качественных и количественных показателей зоопланктонного сообщества и доли фильтраторов группы ветвистоусых ракообразных как зоопланктеров, играющих важную роль в самоочищении воды.

Подтвердились данные предыдущих исследований в целом о ротаторно-копеподном характере зоопланктоценоза р. Дон с доминированием р. *Brachionus*, что отражает хроническое органическое загрязнение реки. Для ракообразных уровень развития, которых определяется температурным режимом, закономерна сезонная динамика смены массовых видов и количественных показателей. Весной и осенью основу рачкового зоопланктона составляли веслоногие ракообразные, главным образом за счет ювенильных особей при 100% встречаемости в пробах. Известно, что ведущая роль в зоопланктоне полициклических видов циклопов связана со способностью размножения при разном температурном фоне (Вербицкий и др., 2016). К наиболее массовым видам относились циклопы р. *Thermocyclops* (до 73–80% встречаемости в пробах). В летний период доминирующий комплекс ракообразных (был представлен 9 фоновыми видами с частотой встречаемости в пробах более 50%): *Bosmina coregoni* (Baird, 1857), *Moina brachiata* (Jurine, 1820), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776), *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1785), *Alona quadrangularis* (O.F. Müller, 1776), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848), *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), *Eurytemora affinis* (Poppe, 1880), *E. velox* (Lilljeborg, 1853), *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863). Численность зоопланктеров к осени уменьшалась от 21,5 до 8,9 тыс. экз./м³, и вследствие преобладания мелких форм биомасса имела низкие значения 19,2–5,3 мг/м³. Доля зоопланктеров – фильтраторов, составляющих в разные сезоны от 26 до 81% от общей численности зоопланктона, отражает их значимость в процессах самоочищения воды.

Таким образом, на рассматриваемом участке р. Дон не выявлено заметных нарушений показателей структуры и динамики зоопланктоценоза, характерных для расположенной выше по течению зоны влияния сильного загрязнения вод от притока Воронеж, в который происходит сброс с очистных сооружений. Прослеженные сезонные изменения уровня развития зоопланктона находятся в пределах, отмеченных в предыдущих исследованиях слабозагрязнённых районов Верхнего Дона.

**РАКООБРАЗНЫЕ (COPEPODA: CALANOIDA, CLADOCERA) ОЗ. ТАШГАЙ
(ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ)**

Аюушсурэн Чананбаатар¹, Ганбилэг Ганхуяг¹, В.Н. Подшивалина² Н.Г. Шевелева³

¹ Институт Биологии АН Монголия, Улан-Батор 13330, Баянзурх, проспект 54Б
e-mail: ayushsurench@mac.ac.mn

² Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары 428015
e-mail: verde@mail.ru

³ Лимнологический институт СО РАН, Иркутск 664033 Улан-Баторская 3
e-mail: shevn@lin.irk.ru

На территории Монголии расположено много (3060 – согласно Tserensodnom catalog, 2002) озер, несмотря на засушливые условия. Имеются данные о фауне ракообразных в соленых озерах (Alonso, 2010), в озерах в западной (Крылов, 2012; Крылов и др., 2020), северо-западной (Flössner, 2001; Flössner et al., 2005), северо-восточной (Дулмаа, 2001; Итигилова и др., 2014) в центральной (Marrone et al., 2015) частях Монголии. В настоящей работе представлены данные о ракообразных озера Ташгай, расположенного на востоке Монголии.

Исследования зоопланктона на озере Ташгай было выполнено 13.09.2023 г. Озеро Ташгай (Хонхор Бурд) расположено в провинции Дорнод (N 47°20'883" E118°30'22"), на высоте 715 м над уровнем моря. Озеро блюдцеобразной формы, имеет площадь водной поверхности 1,1 км², мелководное, глубина не превышает 1 м. В период отбора проб температура воды была 12–14 °С. Исследования зоопланктона проводили в прибрежной зоне. Пробы отбирали, процеживая 50 л воды через газ с размером ячеек 64 мкм. Пробы фиксировали 40%-ным формалином и обрабатывали по стандартной методике.

В составе фауны было отмечено: один вид амфипод и по два вида ветвистоусых (*Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776) и *Diaphanosoma mongolianum* Ueno, 1938) и веслоногих (*Hemidiaptomus ignatovi* Sars, 1903 и *Arctodiaptomus* (Rh.) *bacillifer* (Koelbel, 1885) ракообразных. По численности преобладали последние.

Особое внимание привлек рачок *H. ignatovi*. Был произведен его тщательный морфологический анализ с использованием СЭМ.

Hemidiaptomus ignatovi является одной из самых крупных диаптомид в континентальных водоемах. По литературным данным (Боруцкий и др., 1991) длина самки достигает 5 мм. В озере Ташгай размер самки колебался от 1,95 до 2,18 мм, длина самцов составляла 1,4–1,5 мм. При этом исследованные экземпляры полностью соответствовали диагностическим признакам вида (Боруцкий и др., 1991). При изучении морфологии самки и самца на СЭМ были уточнены особенности вооружения пятой пары ног самки и самца, особенности строения мандибулы, максиллы, максиллулы, максилледа и антенулы.

Hemidiaptomus ignatovi известен в озерах северо-востока Монголии (Итигилова, и др., 2014), встречается в соленых озерах (Alonso, 2010), в целом, является редким видом (Дулмаа, 2009).

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ АМФИПОД СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Н.А. Березина

*Зоологический институт Российской академии наук, Университетская наб., д. 1,
199034, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: nadezhda.berezina@zin.ru*

В работе рассмотрено видовое богатство и закономерности распространения, основные характеристики жизненного цикла и репродуктивные особенности амфипод континентальных водоемов северо-запада России; изучены их количественные показатели и роль в трофической сети различных водоемов и, наконец, рассмотрены их биоиндикативные свойства. Основным методологическим подходом для решения поставленных задач стали экспериментальные эколого-физиологические исследования амфипод в комплексе с натурными наблюдениями их популяций. Фауна амфипод континентальных водоемов Северо-Западного региона России имеет ряд особенностей, отличающих ее от других территорий земного шара. Большая часть северных территории Западной Палеарктики была подвержена оледенениям в плейстоцене, и фауна этих территорий изначально достаточно бедна в видовом отношении. Вместе с тем вмешательство человека и современное потепление климата в северных широтах России привели к распространению многих видов амфипод за пределы исторических ареалов и появлению в Северо-Западном регионе России видов из разных географических групп. Ареалогический анализ состава амфипод выявил среди них шесть групп (голарктические, западно-палеарктические, североатлантические эстуарные, а также три группы эмигрантов (вселенцев) из Байкало-Сибирского, Понто-Каспийского и Арктического регионов. Наибольшее видовое богатство отмечено на эстуарных участках рек Балтийского моря на территории Ленинградской и Калининградской областей и в пресных водоемах Республики Карелия. По видовому богатству в регионе доминируют эстуарные виды амфиатлантического распространения и представители аллохтонной фауны (инвазионные виды) из Понто-Каспийского бассейна. Наиболее часто встречаются в регионе представители Голарктического и Палеарктического распространения и виды Арктического и Байкало-Сибирского происхождения. Преобладание по биомассе амфипод-вселенцев выявлено в большинстве водоемов региона, куда они попали в результате интродукций. Высокая численность различных видов амфипод привела к изменению структуры сообществ водных животных во многих водоемах. Виды амфипод изучаемого региона характеризуются разными жизненными циклами – от унивольтинных до поливольтинных, что определяется, прежде всего, температурным режимом конкретного водоема. В то же время, для многих видов показано уменьшение числа генераций в год по мере продвижения на север. Плодовитость амфипод строго зависит от размеров самки, однако средняя плодовитость в популяции может изменяться в зависимости от сезона, что обычно связано с трофическим фактором, а в отдельных случаях – с хищным прессом рыб. Смешанный характер питания характерен для большинства видов амфипод. Соматический рост амфипод был зависимым от типа питания амфипод и максимальным при растительно-животном рационе. Частота встречаемости животной компоненты в рационе амфипод является меняющейся величиной в онтогенезе. Изучен рацион амфипод с нехищным и хищным питанием; они подчинялись строгой степенной зависимости интенсивности от массы; их можно использовать для оценки влияния амфипод на разные компоненты сообществ. Межвидовое хищничество — одна из наиболее распространенных и типичных форм взаимодействия амфипод, и этот фактор рассматривается как основной при вытеснении одних видов другими. Изучение индикаторных свойств амфипод, их чувствительности к различным видам загрязнения водной среды позволило дать рекомендации по возможному использованию показателей амфипод для контроля загрязнения водоемов.

**ВИДОВОЕ БОГАТСТВО МИКРОРАКООБРАЗНЫХ (CLADOCERA, COPEPODA)
ГОРНЫХ ОЗЕР РЕСПУБЛИКИ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССИЯ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

Н. Бублик¹, А.Н. Рак¹, П.Г. Гарибян², С.В. Крыленко¹, Е.С. Чертопруд^{1,2}

¹Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские Горы, 1, ст. 12, 119234
e-mail: bublik.na@yandex.ru , rakannabio@ya.ru , krylenkoserg@mail.ru

²Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва,
Ленинский проспект, 33, 119071
e-mail: petr.garibyan21@mail.ru , horsax@yandex.ru

Крупнейшей горной системой Евразии является Большой Кавказ. С одной стороны, учитывая геологическую историю Кавказского хребта, регион может быть рефугиумом для реликтовых видов, пережившим последний ледниковый период. С другой стороны, в следствии близости условий среды в высокогорьях к тундровой зоне, водоемы Кавказа могут являться форпостами распространения арктических видов в южные регионы. Зоопланктон и мейобентос горных озер, представленные в значительной степени микроракообразными, изучены фрагментарно. Фауна озер, расположенных на высоте более полутора тысяч метров над уровнем моря, описана гораздо слабее, чем фауна водоемов, прилежащих к горному массиву равнин.

Цель исследования: оценить видовое богатство микроракообразных (Cladocera и Copepoda) в горных озерах Карачаево-Черкессии, и попытаться выявить ранее не отмеченные для региона виды.

Материалы. Сбор материала проходил в пяти районах Республики Карачаево-Черкессия в летние сезоны 2020 и 2023 гг. Изучены окрестности хребта Загедан (Ацгаринские, Загеданские, Урупские и Имеретинские озера) и озера склонов долины реки Теберда (ГПЗ «Тебердинский»). Все водоемы лежат на высотах 1800-2600 м н.у.м. Проанализированы 47 количественных проб зоопланктона и 31 количественная проба мейобентоса.

Результаты. В изученных озерах идентифицировано 27 видов ракообразных: 7 видов Cladocera и 20 видов Copepoda. Из обнаруженной фауны около половины впервые отмечено для горных водоемов Северного Кавказа. Среди Cladocera ранее не встречены два вида: *Ceriodaphnia pulchella* Sars, 1862 и *Scapholeberis mucronata* (O.F.Müller, 1776). Среди Copepoda 12 видов найдены впервые: *Attheyella crassa* (Sars G.O., 1863), *Attheyella dentata* (Chappuis, 1929), *Bryocamptus vej dovskyi* (Mrázek, 1893), *Bryocamptus echinatus* (Mrázek, 1893), *Canthocamptus staphylinus* (Jurine, 1820), *Elaphoidella* sp. nov. (предположительно вид новый для науки), *Maraenobiotus brucei caucasicus* (Borutzky, 1934) *Pesceus schmeili* (Mrázek, 1893), *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901), *Eucyclops hadjebensis* (Kiefer, 1926), *Paracyclops imminutus* (Kiefer, 1929) и *Diacyclops languidoides* (Lilljeborg, 1901). Наибольшее видовое богатство характерно для фауны Ацгаринских озер. Среди новых для региона находок: *E. hadjebensis* известный ранее из родников в Атласских горах (Марокко) и артезианских вод северной Африки (Алжир). Находка этого вида на Кавказе существенно расширяет его ареал, и указывает на приуроченность к тропическим и субтропическим широтам Палеарктики. Кроме того, обнаружение *E. hadjebensis* в одном из Ацгаринских озер может свидетельствовать о специфическом микроклимате этой горной долины, а также о потенциале горных озер как рефугиумов.

Тот факт, что перечисленные виды ранее не были найдены в горах Северного Кавказа, связан со слабой изученностью фауны микроракообразных в регионе. В особенности это относится к ракообразным, населяющим поверхность и толщу грунта – мейофауне.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-14-00128.

**ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ
(CRUSTACEA: CLADOCERA) ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ**

Е.Д. Варакина^{1,2}, А.Н. Неретина², Е.Х. Зыкова³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», биологический факультет,
119234 Москва, ул. Ленинские Горы, д. 1, стр.12
e-mail: liza.varakina.2018@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова Российской академии наук, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Забайкальский государственный университет», 672039 Чита, ул. Александро-Заводская, д. 30
e-mail: evgenia.zykova@mail.ru

Забайкальский край располагается на юге Азиатской части России и граничит с Монголией и Китаем. Несмотря на длительную историю изучения забайкальской биоты, ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Забайкальского края никогда не становились объектами углубленных фаунистико-систематических исследований. Опубликованные фаунистические работы, как правило, затрагивают планктонные виды кладоцер, при определении которых до недавнего времени авторы ограничивались ключами, разработанными для Европейской части России. В связи с этим, видовой состав кладоцер в водоемах Забайкальского края выявлен не полно, а результаты определения некоторых видов и данные об их таксономическом положении нуждаются в пересмотре в соответствии с современными стандартами, принятыми в систематике группы. Цель нашей работы заключалась в исследовании таксономического состава фауны кладоцер Забайкальского края со специальным анализом распределения некоторых интересных видов.

Материалом для нашей работы послужили многочисленные пробы из различных озер, рек, водохранилищ, прудов, придорожных канав и луж Забайкальского края. Пробы отбирали при помощи планктонной сети или сачка и фиксировали на месте сбора 4% раствором формальдегида или 96% этанолом. В лаборатории весь собранный материал просматривали под стереомикроскопом (Leica Microsystems, Германия) в камере Богорова или небольшой чашке Петри на малых увеличениях. Обнаруженных ветвистоусых ракообразных подробно исследовали под светооптическим микроскопом Olympus BX41 (Olympus Corporation, Япония) и определяли согласно отечественным и зарубежным определителям.

По результатам микроскопической обработки материала нами обнаружен 121 вид ветвистоусых ракообразных, принадлежащих к 36 родам. При этом наиболее распространены в водоемах и водотоках Забайкальского края представители родов *Daphnia* O.F. Mueller, 1785, *Simocephalus* Schoedler, 1858 и *Chydorus* Leach, 1816. Они отмечены в 134 и более обработанных пробах. К редким родам, отмеченным в трех и менее пробах, принадлежат *Biapertura* Smirnov, 1971, *Flavolona* Sinev & Dumont, 2016, *Ilyocryptus* Sars, 1862, *Kurzia* Dybowski & Grochowski, 1894, *Leydigia* Kurz, 1875, *Oxyurella* Dybowski & Grochowski, 1894 и *Rhynchotalona* Norman, 1903. Наряду с широко распространенными видами (например, *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776); *Daphnia magna* Straus, 1820; *Moina macrocopa* (Straus, 1820)) мы обнаружили интересные редкие виды, принадлежащие к южному теплолюбивому комплексу кладоцер (*Alona kotovi* Sinev, 2012; *Bosminopsis deitersi* Richard, 1895; *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885; *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882; *Ilyocryptus yooni* Jeong, Kotov & Lee, 2012; *Scapholeberis kingii* Sars, 1888), и виды, приуроченные к степной зоне (*Simocephalus lusaticus* Herr, 1917; *Wlassiscia pannonica* Daday, 1904).

Таким образом, фауна Забайкальского края включает много интересных редких видов кладоцер. Новые находки позволяют пересмотреть фаунистический статус таких видов и сделать важные биогеографические выводы.

Работы Е.Д. Варакиной и А.Н. Неретиной по исследованию разнообразия кладоцер и копепоид выполнены при поддержке гранта РНФ (проект № 22-14-00258).

***DAPHNIA (CTENODAPHNIA) STUDERI (RÜNE, 1914) В ОЗЕРАХ АНТАРКТИДЫ
ПО МАТЕРИАЛАМ БЕЛОРУССКИХ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ***

В.В. Вежновец, Ю.Г. Гигиняк

*Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», 220072, Академическая 27, Минск, Беларусь
e-mail: vezhn47@mail.ru, antarctida_2010@mail.ru*

Зоопланктон водоемов Антарктиды беден и представлен в основном коловратками. Рачок *Ctenodaphnia studei* единственный вид ветвистоусых ракообразных, который встречается в пресных и слабосоленых водах (до 2,4‰) Антарктиды и ряде субантарктических островов (Gibson et al., 1998; Benzie, 2005). Некоторые исследователи включают его в состав реликтовой фауны на антарктическом континенте (Bayly et al., 2003; Cromer et al., 2006).

Полевые работы выполнены в теплый период 2013-14 гг. и с 8 декабря 2019 г. по 6 марта 2020 г. на станции Прогресс в районе Холмы Ларсеманн (Восточная Антарктика). Температура воды в периоды наблюдений изменялась от 1,5 до 5,1 °C.

Из 10 обследованных озер рачок нами обнаружен в 9 озерах: оз. Рейд (Reid), Сибторп (Sibthorpe), Прогресс (Progress), Степпед (Stepped), Скандрет (Scandrett), Дискашен (Discussion), без названия (LH 73), Горное (Mountain), Нелла (Nella). В большинстве водоемов плотность была невелика и не превышала 200 экз./м³, и только в оз. Рейд численность рачка составила 2260 экз./м³. На невысокие значения численности этого вида (120 экз./м³) указывают и другие исследователи (Bharti, Singh, Tyagi, 2018). Исходя из данных собственных подводных съёмок, численность дафний на дне, питающихся на водорослевых матах, может достигать значительно больших величин, ориентировочно более 1000 экз./м², что подтверждается и другими исследователями (Шаров, Толстиков, 2020). Из-за малой плотности сложно установить популяционные характеристики вида и особенности его биологии в условиях низкой температуры, при которой идет развитие дафний в озерах Антарктиды.

По полученным данным установлены средние размеры самок для наиболее представленных (выборка более 200 особей) озер Рейд и Прогресс. Средняя длина самок была приблизительно одинаковой и составила 1,64 и 1,67 мм. В других озерах наблюдалось варьирование длины в основном за счет величины выборки и времени отбора проб. Минимальная средняя зафиксирована в оз. Скандрет - 1,30, максимальная в Дискашен 1,76 мм. Максимальная длина из всех промеренных особей была 2,7, при минимальных значениях 0,75 мм. Самцы были зафиксированы только в оз. Рейд при средней длине 1,36 и размахе размеров от 0,95 до 1,75 мм. В целом размеры животных совпадают с приводимыми в литературе данными (Benzie, 2005), зафиксированный предельный размер самок даже несколько выше, а самца немного ниже. Половозрелые партеногенетические самки с субитанными яйцами имели среднюю длину 1,92 мм (пределы - 1,62-2,40), а с покоящимися (эфиппиумами) крупнее - 2,18, при колебаниях длины от 1,87 до 2,55 мм.

В двух озерах Рейд и Прогресс дафния встречались постоянно на протяжении всего периода исследований и в достаточном количестве, что позволило выделить некоторые периоды ее жизненного цикла. Максимальное количество самок с субитанными яйцами в популяции оз. Рейд было 26.12. 2019 года, около 50%, при средней плодовитости 6,4 яйца на самку. Самки с эфиппиумами имели максимальную долю 17.01 2020 г. (около 25%), самцы присутствовали почти весь период открытой воды с максимумом 31.01. 2020 г. Таким образом, переход на половое размножение у дафний в этом водоеме проходит во второй декаде января. В озере Прогресс самцы не обнаружены, а максимум партеногенетических самок был 09.01.2020 г. (10%) с низкой средней плодовитостью – 2,25 яиц на самку. Такую низкую плодовитость в этом озере можно объяснить потерей яиц из выводковой камеры при консервации и транспортировке проб.

Таким образом, получены новые данные о распространенности, численности, размерах тела и некоторых чертах развития эндемика Антарктики *Ctenodaphnia studei* в озерах оазиса Холмы Ларсеманн.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ договор № Б23МС-001 и подпрограммы «Развитие деятельности белорусской антарктической станции» гос. программы «Научно-инновационная деятельность НАН Беларуси» на 2021–2025 годы.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СООБЩЕСТВ РЕЦЕНТНЫХ CLADOCERA
ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЁР ОСТРОВА СРЕДНИЙ
(КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)**

С.Д. Ветлужских¹, Н.М. Нигматуллин¹, Л.А. Фролова^{1,2}

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Россия, Республика Татарстан,
г. Казань, ул. Кремлевская, д.18,

² Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирская обл.,
Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 17
e-mail: SDVetluzhskikh@kpfu.ru , niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru , larissa.frolova@kpfu.ru

В настоящее время происходит процесс активного накопления данных по ископаемым сообществам ветвистоусых ракообразных (Branchiopoda: Cladocera) в донных отложениях высокоширотных озёр. Тем не менее, рецентные сообщества Cladocera озёр бассейна Белого моря до сих пор остаются практически неизученными (Стогов, 2010). Работы, касающиеся современного зоопланктона, так же охватывают в основном только крупнейшие реки и озера региона, обходя стороной малые водные объекты (Круглова, 2014; Куликова, 2013).

Нами были проанализированы поверхностные донные отложения трех озёр, расположенных на территории острова Средний (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив Белого моря). В результате анализа тафоценозов исследуемых озёр были идентифицированы остатки 22 таксонов Cladocera. В отложениях преобладали виды семейства Chydoridae (65%). К субдоминантам в можно отнести таксоны *Bosmina longirostris* (19,7%), *Alonella nana* (19,4%) и *Chydorus* cf. *sphaericus* (18,3%). В качестве второстепенных видов идентифицированы таксоны *Alona guttata* / *Coronatella rectangula* (7,6%), *Polyphemus pediculus* (6,19%), *Acroperus harpae* (5,9%) и *Biapertura affinis* (4,6%). Значение коэффициента Жаккара для исследованных сообществ ($K_j=0,47$) указывает на умеренную степень их сходства. Видовая структура тафоценозов Cladocera в поверхностных донных отложениях исследуемых водоемов имела ощутимые различия, несмотря на их близкое расположение. Уникальная для каждого водоёма структура сообществ Cladocera может быть объяснена гидрологическими и гидрохимическими особенностями озёр, степенью антропогенного влияния и историей формирования водоемов.

Результаты исследований были использованы при создании баз данных биоиндикаторов в рамках проекта РНФ №24-17-00192, часть работ была выполнена по государственному заданию FZSM-2023-0023.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИДОВ РОДА *CYCLOPS* (COPEPODA, CYCLOPOIDA)
ПРИ ПОМОЩИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

А.Д. Володина, А.А. Новиков

Казанский Федеральный Университет, Казань, ул. Кремлевская, 18, 420008

e-mail: anyutka346@gmail.com

Род *Cyclops* включает в себя более 30 видов и множество подтаксонов. Он достаточно хорошо обособлен относительно других родов, однако, внутреннее разграничение видов вызывает серьезные проблемы. Их консервативная общая морфология, локальные разновидности, а также различные фенотипы, связанные с их экологией, привели к тому, что таксономическое положение многих форм и количество предполагаемых видов существенно менялось у разных авторов. Из-за сложностей в работе с данными организмами на большей части территорий России отсутствуют данные по видовому составу. Целью работы стало выявление наиболее явных и значимых таксономических признаков при взаимодействии нескольких методов между собой.

Сбор материала был произведен весной 2019 и летом 2018, 2021-2023 годов. Взятие проб велось в Удмуртии, Татарстане, Якутии, Ульяновской области и на территории Абхазии. В работе использованы шесть видов рода *Cyclops*: *C. kolensis*, *C. vicinus*, *C. insignis*, *C. ricae*, *C. sibiricus*, *C. sp.* Один из обнаруженных видов (*C. sp.*) ещё требует подтверждения.

В результате исследования оказалось, что классический морфометрический анализ на основе измерений не подходит для межвидового распределения. Также данные позволяют сделать вывод, что такой признак, как соотношение длины к ширине дистального сегмента эндоподита P4, является в данном случае малоприменимым. Регрессионный анализ показал, что внутри видов форма слабо зависит от размеров сегмента. Однако, между видами эта зависимость обнаруживается, и с увеличением наборов данных возрастает точность. В ходе анализа было выявлено несколько дополнительных признаков, позволяющих более точно разделять виды рода *Cyclops*. Это выраженность и форма шиповидных выступов дистального сегмента эндоподита P4, положение и форма оснований щетинок и шипов, а также ширина сегментов в разных частях. Кроме того, анализ формы эндоподитов конечностей при помощи геометрической морфометрии оказался более информативным в сравнении с анализом экзоподитов конечностей.

МИКРОРАКООБРАЗНЫЕ (CLADOCERA, COPEPODA) ЗАРОСЛЕЙ МАКРОФИТОВ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИТОКОВ ВОДОХРАНИЛИЩ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

Д.Е. Гаврилко, В.С. Жихарев, Г.В. Шурганова

ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 603022, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

e-mail: dima_gavrilkov@mail.ru

Устьевые области рек представляют собой сложные природные комплексы с точки зрения функционирования и пространственного распределения связанных с ними водных организмов (Zhikharev et al., 2023). При впадении в водохранилище в реке изменяются гидрологические параметры, в особенности скорость течения, а также создаются большие мелководья, что приводит к формированию обширных зарослей высших водных растений в этой зоне. Заросли макрофитов представляют собой зоны рефугиумов, в которых наблюдается высокое видовое богатство ракообразных. Ветвистоусые и веслоногие ракообразные играют важную роль в пресноводных сообществах. В зарослях макрофитов речных экосистем количественное развитие ракообразных выше, чем в медиали, в том числе редких видов. Поэтому изучение микроракообразных в зарослях макрофитов устьевых областей притоков водохранилищ представляется актуальным.

Результаты работы основаны на материале, собранном с 2018 по 2022 гг. в устьевых областях рек Белая, Трота (притоки Горьковского водохранилища), Ватома, Кудьма, Керженец, Сундовик, Сура, Ветлуга (притоки Чебоксарского водохранилища), Свияга и Казанка (притоки Куйбышевского водохранилища). Идентификацию видов ракообразных проводили с использованием современных определителей и руководств (Определитель ..., 2010; Kotov, Bekker, 2016; Korovchinsky, 2018; Коровчинский и др., 2021). Все изучаемые заросли макрофитов в зависимости от морфологического строения были разделены на 4 группы: гелофиты (тростник, рогоз, ежеголовник, хвощ и др.), плавающие на поверхности (кубышка, нимфейник, рдест плавающий), погруженные (роголистник, рдест блестящий, рдест пронзеннолистный, телорез) и смешанные.

За период исследований в зарослях высших водных растений притоков Средней Волги было идентифицировано 93 вида, из них 65 видов ветвистоусых ракообразных и 28 видов веслоногих ракообразных. Наиболее богатым по числу видов среди ветвистоусых ракообразных было семейство Chydoridae (31 вид). Веслоногие ракообразные были представлены 13 видами Cyclopinae, 11 видами Eucyclopinae и 4 видами Calanoidae.

Распределение числа видов по зарослям показало, что видовое богатство ветвистоусых ракообразных в зарослях гелофитов было статистически значимо ниже, чем в зарослях растений с плавающими листьями. Максимальное число видов кладоцер (35) было обнаружено в зарослях погруженных макрофитов р. Керженец. Распределение числа видов веслоногих ракообразных не выявило статистически значимых различий среди разных групп зарослей. Максимальное число видов копепоид (13) было найдено в реках Сура и Ветлуга.

В зарослях макрофитов некоторых рек были обнаружены редкие виды ветвистоусых ракообразных. *Ovalona karelica* Stenroos, 1897 найдена в реках Керженец, Ветлуга, Белая и Трота. *Graptoleberis smirnovi* Sinev et Gavrilkov, 2020 обнаружен в реках Керженец и Ветлуга. *Eurycercus* (E.) *macracanthus* Frey, 1973 найден в реке Керженец. Придонный рачок *Latona setifera* (O.F. Müller, 1776) обнаружен в реках Керженец, Ветлуга и Трота.

Высокое видовое богатство ракообразных и находки редких видов демонстрируют особую важность зарослей макрофитов устьевых областей в поддержании биоразнообразия водных объектов региона. Дальнейшее изучение устьевых областей необходимо для выявления новых местообитаний редких видов и оценки биофонда рек.

**ПЛАНКТОННЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ СВЯЖСКОГО ЗАЛИВА
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

М.А. Гвоздарева

*Татарский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Александра Попова, дом 4А
e-mail: Rita_6878@mail.ru*

Свияжский залив расположен в центральной части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища и образован в 1957 г. в результате затопления обширной поймы р. Свияга. Акватория представляет собой мелководный участок, прибрежная растительность которого сосредоточена по левому берегу. В своих исследованиях Кубангалиева и Кузнецова (1965) указывали, что таксономический состав зоопланктона Свияжского залива Куйбышевского водохранилища включал 30 единиц. В качественном отношении преобладали ракообразные (57–69%), которые в основном были представлены ветвистоусыми ракообразными (39–50%). Численность и биомасса зоопланктона в рассматриваемый период характеризовались значениями $112,9 \pm 26,3$ тыс. экз./м³ и $2,48 \pm 0,27$ г/м³. Основу этих показателей формировали кладоцеры (58–87% и 98–99%, соответственно) за счет интенсивного развития *Daphnia cuculata* (Sars, 1862).

Материалом послужили пробы зоопланктона, отобранные в районе устьевых участков р. Свияга в летний период с 2018 по 2023 гг. Для отбора проб использовали малую количественную сеть Джели, диаметр входного отверстия 12 см и мельничный газ №74. Фиксировали 40%-ым раствором формалина, доводя его в пробе до 4%. Камеральную обработку осуществляли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами.

По результатам проведенных исследований таксономический состав планктонных беспозвоночных Свияжского залива с 2018 по 2023 гг. был представлен 84 единицами, из них на долю ракообразных приходилось 50%. Рачковый зоопланктон состоял из представителей групп Cladocera (24 таксона, относившихся к 7 семействам) и Copepoda (Cyclopiformes (13 – к 2 подсемействам) и Calaniformes (7 – к 2 семействам и 1 подсемейству)). В пробах также часто встречались неполовозрелые особи веслоногих ракообразных: Nauplii, Copepodita Cyclopiformes, Copepodita Calaniformes и Copepodita Harpacticiformes. Среди ветвистоусых ракообразных высокая частота встречаемости (94%) отмечалась у *D. cuculata*, *Chydorus sphaericus* (Müller, 1776) и *Leptodora kindtii* (Focke, 1844), среди веслоногих – *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893) (P=94%), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) (89%) и *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) (83%).

Суммарная численность ракообразных в среднем составила $153,48 \pm 30,80$ тыс. экз./м³, что составило 32% от общей плотности зоопланктона. На долю ветвистоусых ракообразных приходилось 22%, взрослых веслоногих ракообразных – 9%, а их неполовозрелых особей – 69%. Биомасса рачкового зоопланктона в среднем в Свияжском заливе находилась на уровне $1,93 \pm 0,40$ г/м³ (61% от общей средней биомассы зоопланктона). Вклад группы Cladocera составил 60%, взрослых Copepoda – 23% и 17% их неполовозрелые особи. Высокие значения индекса доминирования были отмечены для *D. cuculata* как по численности (6,54), так и по биомассе (7,24).

Таким образом, спустя более 50 лет, зоопланктон Свияжского залива претерпел не только количественные изменения, но и качественные. Разнообразие увеличилось почти вдвое, однако, как и в начале 1960-ых годов, так и на современном этапе развития, основное ядро планктонных ракообразных формировали ветвистоусые ракообразные.

Доминирование ракообразных в количественных показателях зоопланктона в Свияжском заливе, главным образом по биомассе, имеет большое значение для питания молоди и планктоноядных рыб. Так же следует отметить, что рассматриваемая акватория – благоприятное место для размножения фитофильных видов рыб.

ФАУНА ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ УЗБЕКИСТАНА

Е.Н. Гинатуллина, И.М. Мирабдуллаев

НИИ Рыбоводства; 110808, Узбекистан, Ташкентская обл., ул. Чирчик, 1
e-mail: e-ginatullina@yandex.ru

С конца 70-х годов прошлого века и до настоящего времени, немногочисленными исследователями Узбекистана (школы А.М. Мухамедиева и И.М. Мирабдуллаева) из группы кладоцера в разных регионах обнаружено около 70 видов: семейство SIDIDAE – 10 видов (8 видов *Diaphanosoma*, по 1 виду *Lathonopsis australis* и *Sida crastallina*), из семейства Chydoridae – 16 видов (из них 11 видов п/с Aloninae: *Acroperus harpae*, *Graptoleberis testudinaria*, *Leydigia leydigi*, *L. cf. acanthocercoides*, *Oxyurella tenuicaudis*, *O. cf. singolensis*, 5 видов из *Alona*, и 5 из п/с Chydoridae: видовой комплекс *Chydorus sphaericus* s.l., *Disparalona rostrata*, *Dunhevedia crassa*, *Pleuroxus aduncus*, *P. truncatus*), 19 из Daphniidae (8 из *Daphnia*, 3 вида из *Ceriodaphnia*, 4 из *Simocephalus*, 3 из *Scapholeberis* и *Megafenestra aurita*), 8 видов из Moininae, *Eurycercus lamellatus* из Eurycercidae, 3 вида из Macrothricidae: *Drepanotrix dentata*, *Macrothrix laticornis*, *Macrothrix rosea*; 2 вида из Ilyocryptidae: *Ilyocryptus agilis*, *Ilyocryptus sordidus*, 2 вида из Bosminidae (*Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*), 2 вида Polyphemidae: *Polyphemus pediculus*, *Leptodora kindtii*.

При распространении видов ветвистоусых ракообразных большое значение имеет уровень минерализации, так как основная часть равнинных лентических водоемов в Узбекистане – это озера коллекторно-дренажного стока: так, при минерализации выше 3 г/л, в водоемах не будут встречаться около 90 % всех идентифицированных видов. При минерализации 3-8 г/л в сообществе зоопланктона встречаются немногочисленные галотолерантные виды: *Diaphanosoma mongolianum*, *Ceriodaphnia turkestanica*, *Daphnia magna*, *Moina brachiata*, *Chydorus sphaericus* и *Alona rectangula*; при минерализации выше 8-12 г/л в сообществе остается только один вид кладоцер *Moina mongolica*.

Географическое распространение некоторых кладоцер ограничивается определенными регионами: так, только для северо-западных ных регионов Каракалпакии и Хорезма были характерны *Diaphanosoma brachiurum* и *Diaphanosoma excisum*, *Sida crastallina*, *Eurycercus lamellatus*, *Alona cambonei*, *O. cf. singolensis*, *Graptoleberis testudinaria*, *Ilyocryptus agilis*, *Daphnia cf. similis*, *D. cucullata*, *Simocephalus serrulatus*, *Drepanotrix dentata* и *Polyphemus pediculus*; а только для южного региона Ферганы характерны *Leydigia cf. acanthocercoides*, *Daphnia pulex* и *Lathonopsis australis*, *Megafenestra aurita*; для холодноводных водоемов северо-востока *Bosminopsis deitersi*, *Macrothrix rosea*. Однако, в основном, фауна ветвистоусых представлена видами, которые встречаются во всех изученных регионах Узбекистана.

В лотических и лентических водоемах в зарослях/пелагической зоне встречаются такие кладоцеры, как *Alona rectangula*, *Drepanotrix dentata*, *Chydorus sphaericus*, *Macrothrix rosea*, *Simocephalus mixtus*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Daphnia galeata*, *D. cucullata*, *Moina weismanni*.

Для мелких лотических водоемов (лужи, хаузы, канавки, рисовые чеки) характерны следующие виды: *Diaphanosoma oghidani*, *D. macrophthalma*, *D. excisum*, *Lathonopsis australis*, *Leydigia leydigi*, *Alona costata*, *Dunhevedia crassa*, *Pleuroxus aduncus*, *Daphnia cf. similis*, *D. curvirostris*, *Simocephalus exspinosus*, *Scapholeberis kingi*, *S. rammneri*, *Megafenestra aurita*, *Ilyocryptus sordidus*, *Moina macrocopa*, *M. micrura*.

Так как количество пресноводных водоемов в Узбекистане становится очень ограниченным из-за повышения уровня минерализации, даже в главных речных артериях реках Амударья и Сырдарья, данные о находках ветвистоусых ракообразных в прошлом становятся очень актуальными. В настоящее время, новые находки кладоцер, с большой вероятностью могут быть сделаны в пресноводных каналах, рисовых чеках или прудах, в бассейне р. Сырдарья; что касается бассейна Амударьи (Каракалпакия, Хорезм), где в прошлом было обнаружено наибольшее богатство кладоцер, в настоящее время из-за маловодности реки, находки маловероятны.

КОРНЕГОЛОВЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Д.Д. Голубинская, О.М. Корн

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток
e-mail: dddemchik@mail.ru

Корнеголовые ракообразные (Thecostraca: Cirripedia: Rhizocephala), паразиты десятиногих раков, претерпели столь значительную редукцию в связи с паразитическим образом жизни, что лишь наличие типичных личинок, науплиуса и циприса, указывает на принадлежность этой группы к ракообразным. Взрослые формы представлены экстерной, количество таксономических признаков которой очень ограничено. В связи с этим для исследования этих животных мы используем комплексный подход, включающий молекулярные и морфологические методы, а также анализ личиночного развития.

В заливе Петра Великого на данный момент известно 9 видов корнеголовых ракообразных, принадлежащих к 7 родам – *Peltogaster*, *Peltogasterella*, *Lernaeodiscus*, *Briarosaccus*, *Polyascus*, *Sacculina* и *Parasacculina*. Нам удалось впервые обнаружить в исследуемом районе два вида *Rhizocephala*, уточнить их систематическое положение и дополнить уже имеющиеся описания, а также описать три новых вида.

Степень зараженности декапод паразитическими корнеголовыми ракообразными в заливе Петра Великого довольно велика. Так, например, экстенсивность заражения всеерного краба *Pachycheles stevensii* двумя корнеголовыми ракообразными рода *Lernaeodiscus* (Peltogastridae) составляет 32.3%, причем *Lernaeodiscus rybakovi* встречается гораздо чаще, чем *L. kasyanovi*. Зараженность водорослевого краба *Pugettia ferox* двумя видами саккулинид, *Parasacculina pilosella* (Polyascidae) и *Sacculina pugettiae* (Sacculinidae), составляет 18.5%, более многочисленной является *P. pilosella*. Паразиты оказывают большое влияние на размерную и половую структуру популяции крабов-хозяев и вызывают морфологическую изменчивость их вторичных половых признаков. В популяциях обоих крабов встречаются здоровые самцы и самки, зараженные самцы и самки, а также зараженные модифицированные особи, сочетающие признаки обоих полов. Модифицированные особи *P. stevensii* представляют собой экстремально феминизированных самцов (расширенный абдомен, клешни меньшего размера, укороченные гоноподы, дополнительные пары женских плеоподов). Напротив, в популяции *Pugettia* изменения морфологии зараженных самок более выражены, чем самцов, и все модифицированные особи этого вида являются самками с полностью атрофированными плеоподами.

Репродуктивные циклы паразитов и хозяев синхронизированы, в заливе Петра Великого они размножаются в весенне-летние месяцы, в наиболее благоприятное время для эмбрионального и личиночного развития. Все они имеют кентрогонидный тип развития, включающий 5 науплиальных стадий, и при температуре 19–23°C достигают циприсовидной стадии в течение 3–5 суток.

Известно, что зараженные особи крабов не имеют собственного потомства, а вместо этого вынашивают экстерну паразита. Однако нам удалось обнаружить присутствие развивающихся яиц у самок *P. stevensii*, зараженных *L. rybakovi*. Это чрезвычайно редкое явление, которое свидетельствует о том, что степень контроля паразита над хозяином может варьировать даже в пределах одного рода.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГОВОЙ ЛЕТАЛЬНОЙ
КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРОВОДОРОДА ДЛЯ ЧЕРНОМОРСКИХ БОКОПЛАВОВ
ORCHESTIA BOTTAE (MILNE-EDWARDS, 1840)**

М.Б. Гулин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр
"Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН",
299011, Россия, г. Севастополь, пр-т Нахимова, д. 2
e-mail: m_gulin@mail.ru

Глобальные и региональные изменения климата в современной стадии Голоцена порождают ряд негативных тенденций в Океане, в том числе расширение зон дефицита кислорода и токсичного сероводородного заражения поровых вод бентали, а также придонного слоя водной толщи. Основным поставщиком сероводорода (H_2S) в водную среду служит процесс бактериальной сульфатредукции – непосредственно при минерализации органического вещества донных осадков либо в синтрофическом консорциуме с археями при анаэробном окислении метана. Летальные уровни сероводородного заражения для жизнедеятельности отдельных представителей морского зообентоса были установлены в серии экспериментов с использованием проточных редокс-ячеек. Это обеспечило возможность совместного присутствия в испытательных камерах растворённых газов-антагонистов – кислорода и сероводорода, причём в заданных количествах. Амфипод *O. bottae* отлавливали в выброшенных штормами на берег макрофитах супралиторали бухты Круглая (Севастополь) в позднеосенний период. Животные в количестве по 8-19 экз. (11 шт. в среднем) помещались в стеклянную проточную ёмкость объёмом 250 см³ в которую затем, в соотношении 10:1, подавали две разнородные жидкости: а) морскую воду с заданным содержанием растворённого кислорода; б) концентрированный раствор в морской воде сульфида натрия, щелочные свойства которого были нейтрализованы добавкой разбавленной серной кислоты (H_2SO_4). Уровень содержания кислорода в первой жидкости регулировали её предварительным вакуумным кипячением при комнатной температуре, что не изменяло другие природные свойства морской воды. В опытах по воздействию гипоксии использовали только раствор (а). Каждый эксперимент представлял собой серию инкубаций рачков в агрессивной среде (сульфидной либо гипоксической). Минимальная экспозиция составляла 1 час. Затем инкубацию прекращали, бокоплавов из проточной камеры перемещали в аэрированную морскую воду и оценивали их функциональное состояние – визуально и по тактильным реакциям. В частности, при содержании H_2S 45 мг/л половина подопытных животных погибала менее чем за 2 часа эксперимента. В параллельных контрольных опытах, когда бокоплавов содержали в сосудах с обычной морской водой, жизнеспособность сохраняли 100 % организмов. В ряде случаев, по окончании экспозиции в присутствии H_2S , некоторые первоначально инактивированные особи могли вновь демонстрировать двигательную активность. Вместе с тем, это не изменяло финальный результат: во всех проведенных экспериментах наблюдалась быстрая смертность *O. bottae* при воздействии сероводорода и, напротив, их относительно высокая устойчивость к кратковременному дефициту растворённого кислорода.

КЛАДОЦЕРЫ В ДОННОЙ МЕЙОФАНЕ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ ВЬЕТНАМА: ИТОГИ МНОГОЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.А. Гусаков¹, Чан Дык Зьен², Чан Куок Хоан³, Нгуен Тхи Хай Тхань²,
Фан Чонг Хуан², Во Тхи Ха², Ку Нгуен Динь⁴

¹ ФГБУН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Ярославская обл., пос. Борок, Россия.
e-mail: gusakov@ibiw.ru

² Приморское отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского
и технологического центра, 57000 г. Нячанг, Вьетнам

³ Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр,
11300 г. Ханой, Вьетнам

⁴ Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и
технологического центра, 72500 г. Хошимин, Вьетнам

Изучение сообщества донной мейофауны (мейобентоса) проводилось в 2010–2022 гг. в центральном и южном Вьетнаме на урбанизированных и охраняемых территориях провинций Кханьхоа, Даклак, Ламдонг, Донгнай, а также в дельте р. Меконг (рукав Котиен). Изложенные в данном сообщении результаты (часть материала еще в обработке) основаны на 112 качественных и количественных пробах донных отложений и ризосферы макрофитов из 51 разнотипного водоема (крупные и мелкие озера и водохранилища, карьеры, реки, ручьи, каналы, постоянные и временные пруды, лужи и др.). Часть водоемов исследовалась неоднократно – в разные годы и сезоны.

Среди донных и придонных Cladocera в составе сообщества выявлено 55 представителей отрядов Ctenopoda и Anomopoda из четырех семейств: 3 Sididae, 6 Ilyocryptidae, 5 Macrothricidae, 41 Chydoridae (25 Aloninae и 16 Chydorinae). Наиболее разнообразно представлены рода *Chydorus* (8 видов) и *Ilyocryptus* (6). За период исследования впервые для водоемов Вьетнама отмечены: *Ilyocryptus* cf. *raridentatus* Smirnov, 1989; *I. thailandensis* Kotov & Sanoamuang, 2004; *I. yooni* Jeong, Kotov & Lee, 2012; *Macrothrix flabelligera* Smirnov, 1992; *Coronatella* cf. *trachystriata* (Chen, Zhang & Liu, 1994); *Graptoleberis* cf. *testudinaria* (Fischer, 1851); *Karualona arcana* Tiang-nga, Sinev & Sanoamuang, 2021; *Leberis punctatus* (Daday, 1898); *Leydigia australis* Sars, 1885; *Notoalona pseudomacronyx* Van Damme, Maiphae & Sa-ardrit, 2013; *Disparalona ikarus* Kotov & Sinev, 2011. Еще один вид – редкий бентосный рачок *Paralona pigra* (Sars, 1862) – впервые найден в Ориентальном регионе в целом. Ранее он был известен из более северных областей Евразии, Северной и Южной Америки, Африки, Новой Гвинеи. Так как популяции *P. pigra* из разных регионов имеют некоторые морфологические отличия, вид нуждается в ревизии (Smirnov 1996; Коровчинский и др. 2021). Во Вьетнаме рачок обнаружен на слабопроточном участке одной из горных рек на высоте ~1500 над у.м. в зимний период (декабрь, температура воды 16.3°C). Кроме этого, в материале также отмечены представители, имеющие ряд заметных морфологических отличий от известных близких сородичей. Это – *Ilyocryptus* sp., *Macrothrix* sp. № 2, *Alona* sp., *Anthalona* sp. и *Ephemeroporus* sp. Не исключено, что среди них могут оказаться новые, еще не описанные виды кладоцер. Найденные единичные особи пока не позволяют провести полный анализ особенностей строения данных таксонов.

Ни один из выявленных видов Cladocera не отличался высокой встречаемостью в исследованном материале. Самым распространенным был *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882, найденный в 9% проб. *Latonopsis* cf. *australis* Sars, 1888, *Anthalona harti harti* Van Damme, Sinev & Dumont, 2011 и *A. sanoamuangae* Sinev & Kotov, 2012 встречены в 5–6% проб. В отдельных количественных пробах наименьшее видовое богатство рачков отмечено в профундали и открытой литорали водохранилищ, в реках, ручьях и небольших пересыхающих водоемах – не более 3–4 таксонов. В ряде подобных биотопов рачки не встречались совсем. Наиболее богатыми были пробы из естественных озер – до 7 видов в пробе. Среди качественных проб выделялся материал, собранный в ризосфере плавающих макрофитов (гиацинт, сальвиния), где в одной пробе находилось до 25 таксонов, т.е. около половины списка всех зарегистрированных в процессе исследования представителей группы.

Работа выполнена в рамках программ Эколан Э-3.2 и Э-3.4 Российско-Вьетнамского Тропического центра и темы госзадания № 121051100109-1. Авторы благодарны коллегам, администрации и сотрудникам Тропического центра за помощь в проведении полевых работ, а также А.А. Котову (ИПЭЭ РАН), А.Ю. Синеву (МГУ) и Н.М. Коровчинскому (ИПЭЭ РАН) за разнообразные консультации и помощь в определении ряда таксонов Cladocera.

НАХОДКИ НОВОГО ИНВАЗИОННОГО ВИДА *SINELOBUS VANHAARENI* BAMBER, 2014 (CRUSTACEA: TANAIIDACEA) В ВОДАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Гусев

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), 236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, 5
e-mail: andgus@rambler.ru, gusev@atlant.vniro.ru

Инвазионный вид клешненосных осликов *Sinelobus vanhaareni* Bamber, 2014 (Crustacea: Tanaidacea) впервые был обнаружен в Северной Европе в реке Ауде-Маас, Нидерланды, в 2006 г. дельта реки Рейн. В этом году он также был найден в Северном морском канале (Noordzeekanaal). Следующая находка была в водах порта г. Антверпен (Бельгия) в 2007 г. (van Haaren, Soors, 2009). Затем вид активно распространялся в прибрежных водах Северного моря (AquaNIS, 2015). В 2012 г. был впервые зарегистрирован в Балтийском море Грайфсвальдский залив, Германия (Lackschewitz et al., 2014). В 2013 г. отмечен в водах порта Мууга, Эстонии, восточная часть Балтики (Gargon et al., 2022). В прибрежных водах Гданьского залива (юго-восточная часть Балтики) *Sinelobus vanhaareni* был обнаружен в 2014 г. (Brzana et al., 2019), в 2016 г. в водах Финляндии (Шхеровое море, Ботнический залив) и западной части Финского залива (Gargon et al., 2022). В 2021 г. вид был обнаружен в водах Дании, в Северном и Балтийском морях (Andersen et al., 2023).

Происхождение и первоначальный способ интродукции в Северную Европу остаются неизвестными (Gargon et al., 2022). Обитает на глубинах 0-25 м с соленостью не менее 3,1 псе (одна особь была встречена при 1,5 псе), предпочитает твердые субстраты, но его можно встретить и на песках (Brzana et al., 2019; Gargon et al., 2022; van Haaren, Soors, 2009).

Материал был собран в юго-восточной части Балтийского моря около г. Янтарный (54°52,5044' с.ш. и 19°54,1403' в.д.) 10 августа 2021 г. при помощи водолаза. Валун небольшого размера помещали в полиэтиленовые пакеты и подымали на борт судна. Затем с валунов все смывали и обдирали. 11 августа 2022 г. пробы были отобраны гидробиологическим сачком (ISO 10870:2012) с шириной нижней части 0,25 м, протягивая его около 2 м в пределах изучаемой площадки, в Калининградском морском канале около г. Балтийск (54°38,3442' с.ш. и 19°52,7144' в.д.), в Калининградском (Вислинском) заливе у пос. Коса (54°37,5179' с.ш. и 19°53,2427' в.д.) и в Аэрогавани Нойтиф (54°37,4324' с.ш. и 19°52,7776' в.д.). Пробы промывали через сито с размером ячеек 0,4 мм, затем фиксировали 2-4% раствором формалина нейтрализованного гидрокарбонатом натрия. Выборку и идентификацию бентосных организмов производили в лабораторных условиях.

Инвазионный вид клешненосных осликов *Sinelobus vanhaareni* был обнаружен в водах юго-восточной части Балтийского моря в 2021 г. и Калининградском (Вислинском) заливе в 2022 г.

В Балтийском море *Sinelobus vanhaareni* были встречены на глубине 9 м на каменистых грунтах в плотных поселениях двустворчатых моллюсков *Mytilus* spp. Linnaeus, 1758. Средняя численность инвазионного вида составила 80 экз./м². Местный вид клешненосных осликов *Heterotanais oerstedii* (Krøyer, 1842) также обитал здесь и его численность была 506 экз./м².

В Калининградском морском канале проба была отобрана на глубине 0,5 м. с крупных валунов, покрытых водорослями. Численность *Sinelobus vanhaareni* составила 960 экз./м². В Вислинском заливе проба была собрана с затопленной железобетонной плиты на глубине 0,7 м покрытых водорослями. Численность вида-вселенца была 62 экз./м². В Аэрогавани Нойтиф сбор был осуществлен на глубине 1,0 м. Грунты были представлены песками с крупной галькой и редкими водорослями. Численность чужеродного вида составила 10 экз./м². Длина обнаруженных особей *Sinelobus vanhaareni* варьировала от 0,5 до 3,5 мм. Местный вид *Heterotanais oerstedii* был обнаружен на твердых грунтах в Калининградском морском канале и Вислинском заливе. Он отсутствовал на песчаных грунтах в Аэрогавани Нойтиф.

Таким образом, вид-вселенец *Sinelobus vanhaareni* натурализовался в солоноватоводной части Вислинского залива и на западном побережье Самбийского полуострова юго-восточной части Балтики. Можно предположить, что он продолжит активно расселяться вдоль побережья Балтийского моря и Вислинского залива.

**МЕХАНИКА ДВИЖЕНИЯ *DAPHNIA LONGISPINA* (CLADOCERA: ANOMOPODA):
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

И.А. Дадыкин¹, С.Э. Фарисенков²

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, 119071 Москва, Ленинский пр-т, 33
email: ivan.dadykin@gmail.com

² Кафедра энтомологии Биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, 119234, Россия,
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12
email: farisenkov@entomology.bio.msu.ru

Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) передвигаются в воде с помощью двуветвистых антенн, снабженных перистыми щетинками. Строение, функциональная морфология и плавательный цикл модельного рода *Daphnia* были кратко описаны Scourfield (1900), Woltereck (1920) и существенно более подробно – Fryer (1991). Движение *Daphnia* делится на короткие активные фазы (взмахи) с гребком и возвратным движением, и обычно более длительные фазы движения по инерции (парения в толще воды). Однако, ввиду сложности двигательного аппарата и траектории движения кладоцер, математической модели их движения до сих пор не существует.

В данной работе подробно исследована морфология антенн *Daphnia longispina* O. F. Müller, 1776. Измерены длины сегментов антенны, плавательных щетинок и их вооружения, а также длина и вооружение постабдоминальных щетинок, влияющих на плавание. Впервые выполнена синхронная макровидеосъемка плавания *D. longispina* на 4 скоростные камеры, по материалам которой проведена трехмерная реконструкция движения двух свободно плавающих взрослых особей. Получены предварительные данные о кинематике антенн и тела.

По видеозаписям с 4 ракурсов получены координаты 57 опорных точек на антеннах и теле. Обобщены данные по 9 активным фазам движения (гребкам). Средние числа Рейнольдса (Re), рассчитанные по радиусу инерции сечения антенны для гребка, составляют 11–14, а Re зазора между сетулами плавательной щетинки – 0.06–0.07. Re тела за все время движения составляет 2.8–3.3. Эти значения согласуются с полученными ранее для микронасекомых (Kolomenskiy et al., 2020) и расчетными Re для других кладоцер (Zaret and Kerfoot, 1980; Walker, 2002). Низкие значения Re свидетельствуют о преобладании сил вязкого трения над инерцией. Средняя скорость дафний за все время съемки составила 1.6 и 2.25 мм/сек, в то время как пиковая скорость тела во время гребка достигала 9–15 мм/сек.

Использованные нами методы скоростной видеосъемки и реконструкции кинематики позволяют вывести на новый уровень исследования механики плавания миниатюрных водных ракообразных.

ОСТРАКОДЫ ПАЛЕОЛИТИЧЕСКОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ КУШЕВАТ (ЯНАО)

А.Т. Джуманов, И.Д. Зольников, А.А. Анойкин, Е.А. Филатов

Институт геологии и минералогии СО РАН Новосибирск, Россия
e-mail: dzhumanov-97@mail.ru

В Кушеватской протоке на правом берегу р. Большая Обь (Шурышкарский р-н Ямало-Ненецкого автономного округа), на территории пос. Кушеват расположено палеолитическое местонахождение с одноименным названием. Возраст памятника по радиоуглеродным и ОСЛ датам оценивается около 40 тыс. лет, что позволяет считать его наиболее древним на территории арктического пояса Западной Сибири. В сводном разрезе вскрытых на памятнике четвертичных отложений, мощностью до 4 м, выделено четыре пачки. Сверху вниз это: I – субаэральная (лессы и делювий); II – солифлюкционная (велофлюксий – отложения быстрых сплывов); III – аллювиально-солифлюкционная (отложения курьи, к подошве которых приурочен культуросодержащий слой); IV – русловой аллювий Большой Оби.

Для проведения остракодового анализа в 2022 г. на одном из раскопов (раскоп 1) осуществлен последовательный отбор 28 образцов из отложений всех четырех пачек. Просмотр концентрата, отбор раковин, чистка их от отложений и таксономические определения проводились под стереомикроскопом Leica MZ 16. Видовая принадлежность остракод устанавливалась с помощью сравнительно-морфологического анализа по форме и размеру раковины, характеру поверхности и скульптурным особенностям. Остракоды обнаружены в 3 образцах пачки II (3 створки) и в 9 образцах пачки III (187 створок). Немыми оказались 16 образцов. При этом остракоды, выявленные в пачке II, являются переотложенными, на что указывают зафиксированные на их поверхности повреждения.

Выявленный комплекс остракод в пачке III насчитывает 11 видов, принадлежащих 5 родам, известным из отложений позднего плейстоцена и голоцена Западной Сибири. Основную часть составляют представители родов *Candona* (*C. rectangulata* Alm. 16 экземпляров (экз.), *C. neglecta* Sars 2 экз., *Candona* sp. (juv.) 54 экз.); *Limnocythere* (*L. sanctipatricii* Br.et Rob. 50 экз., *L. falcata* Dieb. 11 экз., *L. baltica* Dieb. 26 экз., *L. sp.*, 5 экз.) и *Hyocypris* (*H. bradyi* Sars 18 экз., *H. sp.* 3 экз.), а также единичные фрагменты *Eucypris foveatus* Porova и *Cytherissa lacustris* Sars (?). На створках остракод отсутствуют следы переноса, они характеризуются хорошей сохранностью, присутствием как половозрелых самцов и самок, так и ювенильных особей разных онтогенетических стадий, что говорит об автохтонности комплекса. Для реконструкции палеосреды рассматривались виды, современная экология которых известна. Доминирующий вид комплекса *Limnocythere sanctipatricii* Br.et Rob. типичный представитель донной фауны холодных водоемов (температура воды не превышает 15 °C). *Limnocythere baltica* Diebel – обитатель обширных, не глубоких, пресных озер с незначительными донными течениями и илистым дном. Экология *Limnocythere falcata* Diebel неизвестна. Семейство Candonidae тяготеют к холодноводным условиям неглубоких пресных водоемов. Представители Hyocypridae относятся к фауне, характеризующей преимущественно гидродинамически активные водоемы, хотя и встречаются в прибрежной зоне озер. Вид *Hyocypris bradyi* Sars имеет широкий экологический ареал, но наиболее распространен в прохладных пресных водоемах и ключах.

Ассоциация остракод представляет собой фауну голарктических и палеарктических видов и отражает условия пресного, неглубокого, холодного (t до +15 °C) проточного водоема. Совместное нахождение преимущественно лимнофильных и потамофильных форм не является противоречивым. Это предполагает периодическую связь бассейна седиментации с рекой. В весеннее половодье Кушеватская палеокурья наполнялась водой и превращалась в короткий залив. В осеннюю межень палеокурья фактически высыхала и только по тальвегу обсохшего залива текли ветвящиеся ручьи, перемежающиеся с маломощным жидко-пластическим солифлюксием. Таким образом, условия нахождения остракод полностью совпадают с фациально-генетической диагностикой отложений пачки III и позволяют реконструировать палеоклиматическую обстановку, существовавшую в период заселения этого места палеолитическим человеком, которой вероятно посещал Кушеватскую курью в период ее осушения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-17-00140 “Позднечетвертичная история магистральных долин Западной Сибири”.

ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ И РЕПРОДУКТИВНЫЕ БАРЬЕРЫ ВНУТРИ ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ ВИДОВ БАЙКАЛЬСКИХ АМФИПОД

П.Б. Дроздова, А.Е. Саранчина, Ж.М. Шатилина, А.Д. Мутин, А.Н. Гурков, В.К. Помазкин,
М.А. Тимофеев

Иркутский государственный университет, 664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3
e-mail: drozdovapb@gmail.com

Озеро Байкал, как и многие другие древние озёра, характеризуется исключительным разнообразием эндемичной фауны. Одной из наиболее богатых видами групп являются представители отряда Amphipoda (Crustacea). Видовое богатство этой группы насчитывает более 350 автохтонных морфологических видов и подвидов, а работы по изучению генетического разнообразия показывают, что видов может быть гораздо больше. Тем не менее, наличие генетических линий, в особенности по митохондриальным маркерам, не является достаточным основанием для выделения видов. В данной работе мы были заинтересованы в разделении биологических видов по репродуктивному критерию.

Для этого было проведено экспериментальное исследование репродуктивных барьеров внутри трёх близких видов с разным уровнем внутривидовой генетической изменчивости. Животных отлавливали в стадии прекопул и незамедлительно разделяли, после чего для проверки презиготической изоляции трёх животных (две самки и самец или два самца и самка) объединяли в аквариуме и фиксировали образование прекопул, а для проверки постзиготической изоляции — скрещивали самок и самцов из разных мест в нужных сочетаниях и наблюдали за выходом молоди.

Наибольшей генетической изменчивостью среди выбранных видов обладает *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstfeldt, 1858), доминирующий вид каменистой литорали. Предыдущие исследования показали, что в Байкале этот вид разделяется на не менее чем три генетические линии (W, S и E) с различиями по участку гена первой субъединицы цитохром с-оксидазы (*COI*) до 13 %. При оценке презиготических репродуктивных барьеров животные чаще выбирали представителей своей популяции (22 случая), реже не совершали выбор (8) и редко выбирали особь из другой популяции (1). При изучении постзиготических барьеров наблюдали быстрое образование прекопул во всех вариантах скрещивания представителей W и S, а также в контрольном скрещивании EхE. В случаях, где образование прекопул было затруднено, наблюдали межвидовую агрессию. Выход молоди наблюдали в контрольных, а также в некоторых экспериментальных скрещиваниях, хотя и в существенно меньшем количестве. Таким образом, виды внутри *E. verrucosus* разделены презиготическим и постзиготическим репродуктивными барьерами; оба барьера не абсолютны, но их сочетание может обеспечить репродуктивную изоляцию при встрече представителей разных линий.

Средним уровнем генетической изменчивости обладает *E. vittatus* (Dybowsky, 1874). Согласно анализу гена *COI*, *E. vittatus* также включает географически разделённые генетические линии, однако различия между ними меньше (до 10 %). Для этого вида проведено изучение постзиготического репродуктивного барьера с линиями W и S из местообитаний, разделённых истоком р. Ангары. Выход молоди наблюдали только в контрольном скрещивании. Таким образом, генетические линии *E. vittatus* разделены репродуктивным барьером, и их также следует рассматривать как самостоятельные виды.

Наконец, вид *E. cyaneus* (Dybowsky, 1874), также очень широко распространённый в литорали оз. Байкал, не различается по *COI* в разных точках ареала, однако для него выделены линии, приуроченные к географии, по спектрам изоферментов. Эксперимент по проверке презиготического репродуктивного барьера для тех же популяций, что и в случае *E. vittatus*, не показал предпочтения: в 5 случаях которых произошёл выбор особи из той же популяции, в 4 — из другой популяции, и в 18 выбор не произошёл. Интересно, что в последней группе некоторые самки отложили неоплодотворённые яйца, т.е. мы наблюдали ранее не описанные особенности репродуктивного поведения этого вида. В скрещиваниях наблюдали выход молоди во всех комбинациях. Мы можем сделать вывод о репродуктивной совместимости представителей изученных популяций.

Таким образом, для изученных видов *Eulimnogammarus* различия в последовательности *COI* являются показателем наличия репродуктивных барьеров, однако для дальнейшего использования этого критерия необходимы дополнительные эксперименты с использованием других родов амфипод.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-14-00128.

**ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ НОВОСИБИРСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

Н.И. Ермолаева¹, Г.В. Феттер^{1,2}

¹ *Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1
e-mail: hope413@mail.ru*

² *Новосибирский государственный университет, 634090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1
e-mail: gleb_fetter@mail.ru*

Взаимодействия между макрофитами и беспозвоночными в пресноводных экосистемах многообразны и изменчивы. Во мнениях о приуроченности различных таксонов фитофильного зоопланктона к определенному виду зарослей в литературе имеется много разногласий. Данная работа является попыткой оценить степень приуроченности различных видов зоопланктона к разным типам зарослей высшей водной растительности в Новосибирском водохранилище.

Новосибирское водохранилище – единственное на реке Оби и единственное равнинное водохранилище в Сибири. В Новосибирском водохранилище литоральные участки, в отличие от большинства водохранилищ Сибири, занимают довольно значительную площадь (33,6 % акватории), но из-за широкого распространения абразионных берегов, активных гидродинамических процессов и нестабильности грунтов, литораль зарастает макрофитами только в заливах и на заостровных участках мелководий.

Исследования зоопланктона мелководной зоны водохранилища проводили регулярно в июле-августе с 2007 по 2023. Исследованы участки литорали в разных зонах водохранилища, различающиеся по уровню проточности, защищенности от воздействия ветро-волновых процессов и т.д. При этом отбор проб зоопланктона на всех участках проводили по возможности в однотипных зарослях макрофитов: в зарослях болотноцветника щитолистного, в зарослях рдестов и в зарослях рогоза или тростника.

Всего в результате исследования в литоральной зоне водохранилища зарегистрировано 54 вида Cladocera, тогда как в пелагической зоне регулярно наблюдается 25-30 видов.

Заросли рдестов на всех участках предпочтительнее для фитофильных видов зоопланктона, чем заросли болотноцветника или полупогруженных макрофитов (тростника или рогоза).

Показано, что даже в однотипных зарослях макрофитов на различных участках водохранилища видовой состав зоопланктона, его количественные показатели и трофическая структура зависят, в первую очередь, от гидрологического и гидрохимического режима.

Ежегодно наибольшая численность зоопланктона в целом, и ветвистоусых ракообразных в том числе, характерна для мелководий в достаточно изолированном Бердском заливе, подвергающемся значительному антропогенному воздействию и характеризующимся в период открытой воды весьма замедленным водообменом. Однако при этом наблюдалось снижение видового разнообразия и упрощение трофической структуры во всех типах зарослей макрофитов.

Наибольшее видовое разнообразие кладоцерного планктона и наиболее сложная трофическая структура характерны для зарослей погруженной водной растительности других крупных правобережных заливов нижней озеровидной части водохранилища. На обширных мелководьях левобережной зоны, подверженных частому воздействию штормовых течений, даже находящиеся под защитой островов зоопланктон зарослей макрофитов значительно обеднен и в качественном, и в количественном плане.

КЛАДОЦЕРНЫЕ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИИ: НА ГРАНИ НАУКИ И ФАНТАСТИКИ

А.А. Жаров¹, Ю.А. Пастухова²

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН, 119071, Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 33.

e-mail: antzhar.ipee@yandex.ru

² МГУ им. М.В.Ломоносова, 119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

e-mail: yuliya.pastukhova.98@mail.ru

На протяжении последних десятилетий палеоэкология, и палеолимнология, в частности, набирают все большую популярность среди наук о Земле и жизни на ней. В 1960-х годах арсенал палеолимнологических методов пополнил так называемый «кладоцерный анализ», чему способствовал ряд работ, показавших возможность идентифицировать многие субфоссильные остатки кладоцер до вида, а также пионерные методологические работы.

В большинстве случаев кладоцерный анализ и интерпретация его результатов выполняются гидробиологами, зоологами и экологами, что находит отражение в стилистике таких исследований. Состав субфоссильных «сообществ» кладоцер, и их динамика, наблюдаемая в колонках донных отложений, зачастую воспринимаются и трактуются исследователями так, как если бы они наблюдали за живым сообществом и происходящими в нем изменениями. Вместе с тем, субфоссильные комплексы кладоцер, как и любые другие тафокомплексы, являются продуктом сложных и не вполне очевидных трансформаций, происходивших с момента образования биологических остатков до момента их попадания на стол исследователя. С точки зрения сущности объекта, исследование субфоссильных кладоцер (а также и других «палеоиндикаторных» гидробионтов) является скорее палеонтологической дисциплиной, нежели гидробиологической или экологической. В рамках палеонтологии процессы образования, разрушения, захоронения и консервации остатков живых организмов изучает специальная отрасль – тафономия, и любая реконструкция палеосреды должна начинаться с тафономической оценки изучаемого захоронения и свойств представленных в нем организмов. В противном случае, ее итог по содержательности и обоснованности рискует оказаться больше похожим на фантастику, нежели на научное знание.

В отличие от многих организмов, с остатками которых приходится иметь дело палеонтологам, кладоцеры доступны для исследования *in vivo*. Также доступны для всестороннего изучения процессы образования, переноса, седиментации и сохранения их остатков и продуктов жизнедеятельности, таких как эфипшиумы, однако в реальной практике этим вопросам уделяется крайне мало внимания. Вследствие этого массово проводимые палеоэкологические реконструкции, основанные на анализе остатков кладоцер, на наш взгляд, вызывают определенное недоверие. Индикаторная значимость большинства таксонов кладоцер неочевидна. Широко распространенные таксоны, которые обычно и обнаруживаются при анализе донных отложений, в большинстве своем эврибионты, т.е. могут обитать в довольно широком спектре условий. В частности, многие литорально-зарослевые виды, составляющие значительную долю таксономического разнообразия кладоцер любого водоема, в равной мере населяют как мелководные, обильно зарастающие макрофитами малые водоемы, так и прибрежные биотопы крупных и глубоких озёр, в том числе – в разных природных и климатических зонах. Напротив, редкие и малочисленные виды, для которых мы могли бы предполагать определенную стенобионтность, редко встречаются и в отложениях. Зачастую их присутствие характерно лишь для отдельных регионов, что существенно лимитирует использование таких таксонов в качестве «палеоиндикаторов».

Влияние различных факторов среды на интеграцию остатков кладоцер в донный тафоценоз на данный момент остается практически неизвестным. Наблюдая динамику «таксоценоза» в летописи отложений, мы не можем быть уверенными в том, что имеем дело с отражением реальной динамики сообщества в прошлом, а не с ее имитацией, созданной сменой тафономических обстановок. Даже весьма абстрактные и обрывочные сведения о «недопредставленности» в отложениях отдельных таксонов (например, широко распространенных и часто массовых в экосистемах водоемов дафнид), если принимать их во внимание, способны доставить немало сложностей при интерпретации результатов кладоцерного анализа. В рамках этого краткого сообщения мы не имеем возможности подробно обсуждать всю проблематику кладоцерных палеореконовструкций. Однако, мы хотим обратить внимание исследователей на то, что проведение таких реконструкций требует «тафономической настороженности» исследователя, а также проведения специальных исследований, выясняющих закономерности образования тафокомплексов кладоцер. Результаты таких исследований могут быть полезны не только для повышения качества кладоцерных палеореконовструкций, но и использоваться в более широких целях актуопалеонтологии.

**ПЕРВАЯ НАХОДКА СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ КОПЕПОДЫ
CALANIPEDA AQUAEDULCIS KRITSCHAGIN, 1873
(COPEPODA: CALANOIDA: PSEUDODIARTOMIDAE) В БОРЕАЛЬНОМ РЕГИОНЕ**

В.С. Жихарев

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского», 603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23
e-mail: zhiharev@ibbm.unn.ru

Род *Calanipeda* Krichagin, 1873 представлен одним видом – *Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, 1873. *C. aquaedulcis* – представитель средиземноморской теплолюбивой солоноватоводной фауны. Область распространения этого вида совпадает с границами третичного Средиземного моря (Dussart, 1967). *C. aquaedulcis* распространен в бассейне Черного моря (лиманы дельты р. Дунай, р. Днестр, устьевых областях р. Ингулец и р. Цемес). Вид обнаружен в бассейне Азовского моря (устьевая область и лиманы р. Кубань), а также Волгоградском, Саратовском и Куйбышевском водохранилищах. *C. aquaedulcis* встречается в средней и южной части Каспийского моря и дельте р. Волга. Вид обнаружен в водоемах и водотоках Туниса, Алжира, Испании, Франции, Италии, Греции, Болгарии, Румынии и Турции. Чаще всего *C. aquaedulcis* обитает в озерах с солоноватой водой (до 15 ‰) и температурном интервале 3–30 °C. Пик развития в южных регионах приходится на июль–август.

Экземпляры *C. aquaedulcis* были обнаружены в пелагиали оз. Святое (Нижегородская область, Россия, 56°12'46" N, 43°23'56" W) в сентябре 2023 г. Длина тела самцов колебалась в пределах 1100–1220 мкм (n = 13), самок – 1240–1370 мкм (n = 10). От других представителей Clanoidea самцы и самки *C. aquaedulcis* отличается строением пятой пары ног (P5). Особенно видоспецифично строение экзоподита P5. Замечаний по морфологическому строению экземпляров из оз. Святое нет. Образцы полностью соответствуют более ранним описаниям этого вида, в том числе особей из Средней и Нижней Волги.

В период исследования соленость оз. Святое составляла 0.22‰, удельная электропроводность воды – 535 мкСм/см, температура воды – 16.9°C. В озере в массе развивались нитчатые цианобактерии, прозрачность воды составляла 20 см, pH – 7.31, содержание растворенного в воде кислорода 12.7 мг/л (насыщение 131.6%), содержание хлорофилла-а – 15.96 мкг/л. В общей сложности было обнаружено 23 экземпляра *C. aquaedulcis*. По всей видимости низкая численность вида связана с периодом наблюдения и невысокой температурой воды. Известно, что данный вид хорошо переносит резки перепады солёности. В.И. Лазарева (2018) показала, что в водохранилищах Волги *C. aquaedulcis* успешно размножается и может иметь высокую численность.

Проникновение *C. aquaedulcis* в водохранилища р. Волги связано с судоходством и балластными водами судов (Лазарева, 2018), однако дальнейшее распространение этого вида в водоемы бассейна р. Волги по всей видимости происходит или при непосредственном участии человека (перенос песка для благоустройства водоёмов) или при участии водоплавающих видов птиц (зоохория). *C. aquaedulcis* является фито-детритофагом и на данный момент вред от вселения этого вида не установлен. Необходимы мониторинговые исследования популяции *C. aquaedulcis* из оз. Святое. Ранее этот вид не обнаруживали севернее 55.24°N (устьевая область р. Кама, Лазарева, 2018). Данная находка является наиболее северным местообитанием *C. aquaedulcis*. Оз. Святое находится на южной границе бореального биографического района Европы. Дальнейшее расселение этого вида вглубь бореального региона будет зависеть от множества факторов, в том числе от деятельности человека и глобального изменения климата. Сведения о распространении средиземноморской копеподы *C. aquaedulcis* являются важными для формирования понимания фундаментальных основ расселения и эврибионтности южных веслоногих ракообразных в северные регионы Евразии.

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЖАБРОНОГАХ (ANOSTRACA) О. САХАЛИН

Д.С. Заварзин

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), ул. Комсомольская, д. 196, г. Южно-Сахалинск
693023, Россия
e-mail: zds@mail@inbox.ru

Данные по жаброногам о. Сахалин в литературе отсутствуют. В первую очередь это связано с крайне слабой изученностью временных водоемов острова, во вторую, вероятно, с ограниченностью их распространения: на данный момент на острове нами обнаружено всего два места обитания жаброногов, удаленных друг от друга на расстояние менее километра. Рассматриваемые места находятся на юге острова в бассейне р. Найба и представляют собой небольшие временные лесные водоемы глубиной до полуметра, дно которых выстлано опавшей листвой. Они могут пересыхать летом в сухие годы, а могут оставаться на весь год при обилии дождей. Науплии жаброногов появляются в апреле после схода снега; в начале июня из водоемов исчезают последние половозрелые особи.

Особенности морфологии, в первую очередь строение антенн второй пары, позволяют отнести рассматриваемых рачков к роду *Eubbranchipus* подрода *Drepanosurus*. Близкими по строению являются *E. (D.) claviger* (Fischer, 1851) из мелководных водоемов Восточно-Сибирской тундры, и группа дальневосточных видов, включающих *E. (D.) uchidai* (Kikuchi, 1957) с запада о. Хоккайдо, а также недавно описанных (Takahashi et al. 2018) *E. (D.) asanumai* Takahashi, 2018 с северо-востока о. Хоккайдо, *E. (D.) hatanakai* Takahashi & Namasaki, 2018 с севера о. Хонсю и *E. (D.) khankanus* Takahashi & Moriya, 2018 из болот у южного берега оз. Ханка.

Географически из дальневосточных видов к местам обитания сахалинской популяции наиболее близок ареал *E. asanumai*. Этот вид наиболее близок из дальневосточной группы и морфологически – имеет схожие очертания терминальной части вторых члеников антенн самца, строение вторых антенн и яйцевого мешка самки. В то же время данное сходство не абсолютное, кроме того, имеются отличия в форме апофизов – у *E. asanumai* они ближе к коническим, а у экземпляров с Сахалина скорее цилиндрические с округлой вершиной, как у *E. uchidai*. Отличается и строение вздутый последних трех торакальных сегментов самки (приемной части системы «ключ-замок» для вторых антенн самца). Наличие снабженного шипами выступа на краю желобка вторых члеников А II самца сближает сахалинских рачков с *E. claviger*, однако, сравнивая их с рисунками Дада (Daday, 1910), можно отметить, что этот выступ менее выражен и имеет несколько другую форму; отличается и форма базиподита этих антенн, также менее выражен лобный придаток самца. Иные очертания имеют апофизы, которые у *E. claviger* ближе к лопастной форме (Rogers et al. 2019).

Таким образом, *Eubbranchipus* с юга Сахалина отличается как от прочих дальневосточных видов, так и, по-видимому, от *E. claviger*. Для окончательного определения статуса требуется сравнение с типовыми экземплярами *E. claviger*.

СРАВНЕНИЕ ПРОТЕОМА ГЕМОЦИТОВ ЛИТОРАЛЬНЫХ И ГЛУБОКОВОДНЫХ ЭНДЕМИЧНЫХ БАЙКАЛЬСКИХ АМФИПОД

Е.Д. Золотовская, П.Б. Дроздова, А.Д. Власевская, В.К. Помазкин, М.А. Тимофеев

Иркутский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, д. 1

e-mail: zolotovskaya.elena.dm@gmail.com

Ракообразные, как и большинство беспозвоночных, обладают врожденным иммунным ответом, который быстро реагирует на инвазивные чужеродные объекты. Гемоциты — это иммунные клетки, циркулирующие в гемолимфе ракообразных и выполняющие важные функции, включающие распознавание инородных объектов, фагоцитоз, активацию процесса меланизации, а также экспрессию иммунных веществ во внутреннюю среду организма. В озере Байкал обитает около 350 видов эндемичных ракообразных отряда Amphipoda, которые при заселении различных экологических ниш, могли приобрести уникальные особенности иммунного ответа. При этом функции отдельных компонентов иммунной системы байкальских амфипод остаются недостаточно исследованными.

Работа была посвящена изучению белкового состава гемоцитов у байкальских литоральных амфипод вида *Eulimnogammarus verrucosus* и двух глубоководных видов *Ommatogammarus flavus* и *O. albinus*.

Представители вида *E. verrucosus* являются полифагами и обитают на глубине 10-15 м, тогда как *O. flavus* и *O. albinus* по типу питания — некрофаги, обитающие на глубине 2,5-1300 м (*O. flavus*) и 50-1600 м (*O. albinus*). Литоральных амфипод отлавливали в прибрежной зоне озера в районе пос. Листвянка, глубоководных — на глубинах 300-500 м в районе пос. Большие Коты. У всех видов, после акклимации в лаборатории, отбирали гемолимфу для выделения из нее общего белка гемоцитов.

Протеом гемоцитов оценивали с применением жидкостной хромато-масс-спектрометрии, которую выполняли в Центре коллективного пользования “Передовая масс-спектрометрия” Сколковского института науки и технологий. Данные анализировали с использованием программ SearchGUI и Peptide Shaker. Идентификацию белков проводили на основе сборок транскриптома *E. verrucosus*, *O. flavus* и *O. albinus*. Для изучения разнообразия белков гемоцитов идентифицированные последовательности аннотировали, используя базу данных белковых семейств Panther, и затем ранжировали по встречаемости от самых распространенных до наименее распространенных семейств в протеоме.

Всего идентифицировано 1140 белков для *E. verrucosus*, 1840 для *O. flavus* и 1142 для *O. albinus*, из которых 921, 1460 и 933 соответственно для каждого вида было аннотировано при помощи базы данных Panther. Также было обнаружено 808 белков, общих для всех трех видов, что составляет 44–70 % от всех белков, найденных для каждого вида, 217 (12–19 %) общих для *O. flavus* и *O. albinus*, 24 (2 %) и 193 (10–17 %) общих для *E. verrucosus* и *O. albinus*, *E. verrucosus* и *O. flavus*, соответственно.

Было обнаружено, что в протеоме гемоцитов у всех трех видов в наибольшем количестве содержатся белки семейства личиночных запасных белков/фенолоксидазы. У ракообразных к этому семейству относятся гемоцианины, различные представители которых выполняют функцию транспорта кислорода и могут участвовать в иммунном ответе. Кроме того, среди 22 наиболее распространенных белковых семейств у всех трех видов были найдены семейство WAP-домен-содержащих белков, к которым относятся некоторые антимикробные пептиды, и семейство макроглобулинов/системы комплемента. Семейство лектинов С-типа, которые участвуют в распознавании чужеродных микроорганизмов, и семейство белков, связанных с Cu-Zn супероксиддисмутазой, которые имеют иммуномоделирующую функцию, были обнаружены только у *E. verrucosus* и *O. albinus*.

Таким образом, впервые получены и проанализированы данные протеома гемоцитов литорального и глубоководных амфипод на примере байкальских эндемичных видов *E. verrucosus*, *O. flavus* и *O. albinus*.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАКООБРАЗНЫХ НА ПРИБРЕЖНЫХ СКЛОНАХ
ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА (ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)**

Ю.А. Зуев

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга),
199053, г. Санкт-Петербург, набережная Макарова, 26
e mail: yzuyev@ya.ru

Исследования распространения и обилия амфипод и мизид в озерах часто требует специальных методов исследований, так как подвижность этих видов снижает уловистость исследовательских орудий сбора (O'Malley et al., 2018). Высокая экологическая пластичность ракообразных позволяет им существовать в широком диапазоне глубин и на различных субстратах.

Прибрежные сообщества озер подвержены значительным трансформациям в связи с глобальными инвазиями чужеродных видов и климатическими флуктуациями. Состав и характеристики донных сообществ литоральной зоны Ладожского озера существенно изменились после вселения ряда байкальских и понто-каспийских видов: *Gmelinoides fasciatus*, *Micruropus possolskii*, *Pontogammarus robustoides*, *Chelicorophium curvispinum*. Амфипода *G. fasciatus* получила повсеместное распространение, успешно натурализовалась и произвела масштабную перестройку в экосистеме озера. Последствия этого еще не оценены в полной мере. Зафиксировать современное состояние сообществ в преддверии неизбежных дальнейших изменений представляется актуальной задачей.

Для работы на прибрежных мелководьях адаптирован комплекс методов (Зуев, Зуева, 2013). Используется специальный пробоотборник в строгой привязке станций сбора к условиям среды. Метод ориентирован на описание распределения донных сообществ, включая подвижные виды, в условиях сложного рельефа и смены грунтов в прибрежье. Для оценки обилия подвижных видов на сравнительно ровных участках дна использовалась драга.

В результате получены данные о пространственном распространении массовых видов ракообразных (амфипод и мизид) на подводной части береговых склонов до глубины 25 м. Также приводятся данные о сосуществовании аборигенных и чужеродных видов. Описываются условия, в которых изменяется численность тех или иных видов в зависимости от условий среды.

На примере массовых видов (*Asellus aquaticus*, *Monoporeia affinis*, *Pallaseopsis quadrispinosa*) прибрежного склона северной части Ладожского озера показано, что только в пределах верхнего метра литорали вселенцы доминируют над прочими ракообразными озера. На остальной части литорали и сублиторали аборигенные виды успешно конкурируют со вселенцами, поддерживая высокое обилие и разнообразие донных сообществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РГО № 3/2015-R.

**ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ
DAPHNIA CRISTATA И *D. LONGIREMIS* (ANOMORPHA: DAPHNIDAE) В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

Е.И. Зуйкова^{1,2}, Л.П. Слепцова¹, Л.В. Андреева^{1,3}

¹ Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, 630091, Россия, ул. Фрунзе, 11
e-mail: zuykova1064@yandex.ru, lana.slepцова.98@mail.ru

² Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С. Берга), Санкт-Петербург, 199053,
Россия, Набережная Макарова, 26

³ Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, 677007, Россия, проспект Ленина, 41
e-mail: au_196@mail.ru

Территория российской части Северной Евразии представляет собой географическую зону, имеющую большое значение для биогеографических исследований. В регионе все еще остается много пресноводных экосистем, которые в течение продолжительного времени не испытывали высокой антропогенной нагрузки и, следовательно, функционировали в естественных природных условиях. Изучение сообществ таких экосистем обеспечивает понимание механизмов эволюционных процессов и путей формирования современных филогеографических паттернов. Территория Северной Евразии интересна еще и тем, что она представляет собой переходную зону между восточным и западным фаунистическими комплексами кладоцер (Котов, 2016; Bekker et al., 2016). К настоящему времени филогеографические исследования с использованием разных групп кладоцер привели к созданию довольно целостной схемы формирования их биоразнообразия в Северной Евразии (Коровчинский и др., 2021). Несмотря на ее надежность, подкрепленную фаунистическими и морфологическими исследованиями, для признания несомненной универсальности этой модели необходимо продолжение филогеографических работ в обширном регионе на как можно большем числе таксонов. Как показывает практика, расширение исследований (в географическом и таксономическом масштабах) приводит к выявлению новых митохондриальных линий и филогрупп, и даже потенциально новых видов (Zuykova et al., 2013; 2018; 2019). Исследования генетической структуры популяций рода *Daphnia* в регионе позволили оценить влияние берингийской фауны на современное биоразнообразие пресноводных ракообразных. Так, молекулярно-генетические исследования разных видов комплекса *D. longispina* s.l. выявили ряд отдельных митохондриальных линий, сформировавшихся, очевидно, в разные фазы плейстоцена (Zuykova et al., 2022).

На наш взгляд, комплексное изучение как можно большего числа видов рода *Daphnia* необходимо для выявления общих закономерностей формирования современных филогеографических паттернов и воссоздания путей их исторического развития на территории Северной Евразии. В соответствии с этим, популяционно-генетические исследования расширены, и внимание было акцентировано на других таксонах рода, в частности на видах *D. cristata* Sars, 1862 и *D. longiremis* Sars, 1862. При этом принимали во внимание практически полное отсутствие какой-либо информации о популяционно-генетической структуре этих видов и географическому распространению гаплотипов. Изучение полиморфизма митохондриальной ДНК выявило чрезвычайно низкую внутривидовую генетическую изменчивость для обоих видов. Для *D. cristata* зарегистрирована звездообразная структура сети гаплотипов, свидетельствующая о недавней быстрой экспансии. Несмотря на то, что виды *D. cristata* и *D. longiremis* часто сосуществуют в водоемах, первый вид имеет гораздо более широкое географическое распространение, центральный гаплотип отмечен в водоемах Дальнего Востока, Якутии, Забайкалье, европейской части России.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (грант № 24-24-00528).

ВЕТВИСТОУСЫЕ И ВЕСЛОНОГИЕ РАКООБРАЗНЫЕ ОЗЕР АРБАКАЛИР И ОКУНЕВОЕ (СЕВЕРНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Е.Х. Зыкова

Забайкальский государственный университет, 672039, г. Чита, ул. Александрово-Заводская, 30.

e-mail: evgenia.zykova@mail.ru

Памятник природы «Озеро Арбакалир» расположено в Верхне-Чарской впадине в 55 км от с.Чара, у подножия хребта Кодар (57° 14' 30" с.ш., 118° 55' 30" в.д.). Длина озера 1,5 км, ширина 0,2-0,4 км, глубина до 0,7 м. В юго-западной части разгружается источник «Чарский Горячий ключ», где вдоль берега со дна заливчика поднимаются струйки горячей воды (40-50 °С), насыщенные газом, вследствие чего большая часть озера не замерзает зимой. Берега заболочены. Чаша озера заполнена илами (70-90 см). Температура воды 23-26,6 °С. Озеро Окуновое расположено в 14 км от пгт. Новая Чара (56°50'35" с.ш., 118°27'45" в.д), имеет длину 0,8 км, ширину 0,3-0,4 км, глубину до 1,7 м. Дно песчаное, покрытое илистыми отложениями. Температура воды 23-24 °С. Обследования проводились в конце июня 2021 г. Сведений о ранее проводившихся исследованиях не имеется.

В оз. Арбакалир встречено 18 видов Cladocera, среди Соперода отмечены 7 видов и представители отряда Награпстисоиды. Ракообразные представлены видами, имеющими космополитическое (42 %) и северное распространение (38 %). Лидировали виды литорального (50 %) и придонного (23 %) комплексов, являющиеся показателями олигобетамезосапробной зоны. Численно в озере развивался копеподно-ротицерный зоопланктон. Доминирующими видами ракообразных являлись младшевозрастные стадии копепод (из взрослых идентифицированы *Eucyclops denticulatus* (Graeter, 1903), *Eucyclops dumonti* Alekseev, 2000, *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853), *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), *Megacyclops viridis* (Jurin, 1920), *Cryptocyclops bicolor* (Sars, 1863), *Heterocope appendiculata* G. O. Sars, 1863) и ветвистоусые ракообразные *Daphnia (galeata) (?)* Sars, 1864, *Holopedium gibberum* Zaddach, 1855, *Eurycercus lamellatus* (O.F. Muller, 1785), *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841), *Sida cristallina* (O. F. Müller, 1776), *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761). Распределение количественных показателей обследованных зон характеризовалось неоднородностью.

Число видов копепод было стабильным по станциям – 3-5. В пелагиали озера наблюдались максимальные количественные показатели, в литорали они снижались. В районе впадения горячих источников некоторые виды выпадали и значительно сокращались численность и биомасса. Численность составляла 1,08-69,35 тыс. экз/м³, биомасса 0,04-0,44 мг/м³.

Число видов кладоцер по зонам изменялось от 4 до 15. Наиболее часто встречаемые виды - *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1785), *Alona costata* Sars, 1862, *E. lamellatus*, *S. cristallina*, *H. gibberum*, *Ophryoxus gracilis* Sars, 1862, *P. pediculus*. В озере обитает реликтовый рачок *H. gibberum*, и условия отвечают его экологии – низкий уровень минерализации (115-143 мг/л), рН воды 6,4-6,72, концентрация кальция не превышает 25 мг/л. Численность кладоцер варьировала от 0,03 до 1,02 тыс. экз/м³, биомасса изменялась в пределах 0,004-0,2 г/м³. В месте выходов горячих ключей виды представлены единичными особями.

В оз. Окуновое встречены 8 видов Cladocera, из Соперода – 6 видов и отр. Calanoida. В основном, виды имеют широкое географическое распространение. На большинстве участков отмечены *Ceriodaphnia pulshella* Sars, 1862, *Daphnia* sp., *C. sphaericus*, *Alona affinis* (Leydig, 1860), *E. lamellatus*, *Cyclops vicinus* Uljanin, 1875, *Cyclops strenuus* (Fischer, 1851), каланоиды. Из кладоцер 6 видов общие с оз. Арбакалир. Только в оз. Окуновое встретились *Diaphanasoma* sp., *Bosmina (B) longirostris* s. str. O. F. Müller, 1785. Число отмеченных видов по станциям 3-8, численность 3,65-59,37 тыс. экз./м³, биомасса 0,07-9,89 г/м³. Наибольшие значения характерны для середины озера. Из копепод были определены по 3-4 вида на станциях. Общие виды с оз. Арбакалир – *P. fimbriatus*, *E. arcanus*. Численность изменялась от 15,87 до 95,78 тыс. экз/м³, биомасса колебалась от 0,12 до 1,72 г/м³.

Видовой состав ракообразных по двум озерам имеет сходство. В оз. Арбакалир видовое разнообразие ракообразных выше, обитает реликтовый рачок *Holopedium gibberum*. Наибольшее число видов и максимальные численные показатели характерны для пелагиалей озера. В оз. Арбакалир развивался копеподно-ротицерный зооценоз, в оз. Окуновое – кладоцерно-копеподный. Количественные характеристики выше в оз. Окуновом.

Автор выражает благодарность за помощь в определении видов копепод сотруднику Лимнологического института СО РАН к.б.н. Н.Г. Шевелевой.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СУБФОССИЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ CLADOCERA
СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ В ГОЛОЦЕНЕ**

**А.Г. Ибрагимова^{1,2}, И.И. Кроленко¹, Л.А. Фролова^{2,3}, Д.А. Субетто⁴, М.С. Потахин⁵, Н.А. Белкина⁵,
И.М. Греков⁴, А.А. Котов¹**

¹ Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Ленинский проспект, 33, 119071, Москва, Россия
e-mail: ais5_ibragimova@mail.ru

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, 18, 420008, Казань, Россия

³ Лаборатория естественнонаучных методов в археологии («Paleodata»), Институт археологии
и этнографии СО РАН, улица Кутателадзе 7/3, 630090, Новосибирск, Россия

⁴ Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена,
Набережная Мойки, 48, 191186, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, ул. А. Невского, 50, 185003,
Петрозаводск, Россия

Нами проведен анализ опубликованных ранее данных о тафоценозах Cladocera 6 колонок донных отложений Кольско-Карельского региона (оз. Антюх-Ламбина, оз. Южное Хаугилампи, оз. Торосъярви, оз. Малое Шиброзеро, оз. Гахкозеро, оз. Медведевское). Методы, примененные в данном исследовании, ранее не применялись к данным по субфоссильным кладоцера, что позволяет расширить комплекс методик математических расчетов, применяемых для данного вида анализа. Применение методов многомерной статистики к данным кладоцерного анализа донных отложений озер СЗ России позволил выделить 6 основных кластеров по видовому составу кладоцер. Наибольший вклад в различие между тафоценозами Cladocera в отдельных образцах донных отложений по индексу Брея-Кертиса внесли несколько видов, среди которых на первом месте по результатам анализа главных компонент оказалось соотношение обилия остатков *Bosmina* cf. *longispina* и *Chydorus* cf. *sphaericus*, что соответствует существующим представлениям о палеоэкологии зоопланктона в Европе, а также принятой классификации современных озер северной умеренной зоны. Кроме того, значительную часть разнообразия выборки обеспечивает вклад доли остатков следующих видов: *Biapertura affinis*, *Acroperus harpae*, *Alonella nana*, *Alona quadrangularis*, которая варьирует для разных водоемов

При этом, была отмечена широтная закономерность, связанная с частотой смены кластеров в керне. В более южных водоемах состав сообществ Cladocera в донных отложениях более разнообразен. Так, в самом северном озере Антюх-Ламбина все образцы относятся к одному кластеру, а в самом южном озере Медведевское - к 5 различным кластерам. В других озерах по всему керну осадков образцы относятся к двум или трем кластерам. Возможно, при продолжении исследований широтная закономерность будет выявлена более четко, но уже сейчас можно сказать, что частота смены кластеров в керне больше для более южных из исследованных водоемов (переходы между кластерами в керне: 0-3 для северных и 4-5 для южных озер).

Исследование выполнено в рамках Федерального государственного задания Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской академии наук АААА-А18-118042490059-5. Исследование Ибрагимовой А.Г. выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ №24-77-00020.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ КИТАЙСКОГО МОХНАТОРУКОГО КРАБА
ERIOCHEIR SINENSIS H. MILNE EDWARDS, 1853 В БАССЕЙНЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ФИНСКОГО ЗАЛИВА В 2021-23 ГГ.**

В.В. Ивин

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга»),
199053, г. Санкт-Петербург, набережная Макарова, 26
e-mail: victor.ivin@gmail.com

Китайский мохнаторукий краб *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 входит в список наиболее успешных и опасных инвазивных видов Мира (Gollasch, 2011; Самые опасные..., 2018). До расселения по всему миру, естественный ареал этого вида простирался вдоль материкового побережья Азии – от Желтого моря на юге до Японского моря на севере (Veilleux, de Lafontaine, 2007).

Первые находки китайского мохнаторукого краба в Финском заливе Балтийского моря отмечены в 1933 г. у побережья Финляндии и под Выборгом (Herborg et al., 2003; Ojaveer et al., 2007). Однако, вплоть до начала 2010-х гг., в восточной части Финского залива отмечались лишь единичные находки этого вида (Рапов et al., 2002; 2003; Рапов, 2006). Вместе с тем, в последнее десятилетие участились сообщения о поимке мохнаторуких крабов как в Финском заливе, так и в пресных водоемах и водотоках бассейна Балтийского моря (Березина, Петряшев, 2012; Курашов и др., 2018; Шкляревич, Кучко, 2018).

Для получения данных о распределении *E. sinensis* в восточной части Финского залива, в 2021-2023 гг. выполнен контрольный лов этого вида с применением как донных ставных ловушек, так и донных ставных сетей, в соответствии с методами учета, принятыми в Японском море, где этот вид является промысловым (Колпаков, Семенькова, 2012). Всего выполнено 26 сетных и ловушечных станций в местах, пригодных для обитания крабов.

В дополнение к контрольному лову, выполнен мониторинг социальных сетей и опрос рыбаков-любителей, рыбодобытчиков и водолазов; в ходе которого осуществлен сбор дополнительной информации о местах нахождения мохнаторукого краба и его обилии в бассейне Финского залива. Учитывались сообщения, сопровождающиеся фото- и/или видео-фиксацией находок.

Контрольный лов, к сожалению, не принес ожидаемого результата. Вместе с тем, в ходе взаимодействия с референтными группами, были получены сведения о находках 73 особей китайского мохнаторукого краба; из которых, 38 экземпляров были переданы в лабораторию. Наряду с крабами, выловленными в Финском заливе Балтийского моря, отмечены находки в реках Луга и Хаболовка; в водоемах Ленинградской области. В ряде случаев, крабы найдены на удалении до 60 км от вод Финского залива.

В результате исследований, проведенных в 2021-23 гг., подтвержден факт повсеместного присутствия китайского мохнаторукого краба *E. sinensis* в бентосных сообществах бассейна восточной части Финского залива без образования им промысловых скоплений.

Все изученные нами крабы находились в третьей линичной стадии (Слизкин, Сафронов, 2000); ширина их карапакса варьировала от 46,6 до 85,0 мм, составляя в среднем $63,9 \pm 1,8$ мм.

Сезонная динамика находок мохнаторукого краба свидетельствует о наличии двух ярко выраженных пиков – в весенний и осенний периоды, связанных с их сезонной миграцией, характерной для большинства популяций *E. sinensis* (Herborg et al., 2003). Наличие сезонных миграций свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии крабов, обитающих в бассейне восточной части Финского залива Балтийского моря.

Исследуемый вид является крупнейшим ракообразным Балтийского моря. Именно поэтому, увеличение его численности и дальнейшее расселение могут вызвать непредсказуемые последствия для водных экосистем и рыбохозяйственного потенциала региона. В связи с чем, необходимо проведение систематического мониторинга его распространения в водоемах бассейна Финского залива, количественных характеристик и частоты встречаемости.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» № 076-00002-21-01.

ДНК-МЕТАБАРКОДИНГ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО РЕГИОНА: ПЕРВЫЕ ШАГИ И ПРОБЛЕМЫ

Д.П. Карабанов¹, Р.З. Сабитова¹, Д.Д. Перебоев², Б.Д. Ефейкин², А.А. Котов²

¹ *Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН, Россия, 152742, Ярославская обл.,
п. Борок, д. 109, ИБВВ РАН
e-mail: dk@ibiw.ru*

² *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН, Россия, 119071, Москва,
Ленинский проспект, д.33, ИПЭЭ РАН
e-mail: alexey-a-kotov@yandex.ru*

Зоопланктон является одним из ключевых компонентов водных экосистем и имеет не только биологическое значение, но и играет важную роль при оценке стоимости эксплуатации биологических ресурсов водоёма. Однако традиционные методы определения зоопланктона, основанные на морфологических определительных ключах, требуют экспертных таксономических навыков, что существенно затрудняет создание системы долговременного мониторинга, в частности, биологических инвазий. Следует отметить, что на первых этапах проникновения новых видов, как правило, вселенец представлен единичными особями, которые могут быть пропущены при рутинном разборе проб. Отдельная проблема мониторинга чужеродных видов – существование множества региональных эндемичных видов и географических филогрупп даже в очень небольших географических масштабах. Использование молекулярно-генетических методов может предоставить принципиально новые инструменты для выявления как криптического разнообразия (а в сочетании с классической таксономией обеспечить более точные данные о биоразнообразии), так и определить находки новых видов (часть из которых могут оказаться инвазивными). Однако точность определения видов при метабаркодировании в первую очередь зависит от наличия справочной библиотеки последовательностей ДНК. Это первая, и одна из основных проблем, связанных с изучением биоразнообразия рек России. В международных базах данных зоопланктеры, в частности Cladocera, в целом представлены очень скудно, а по криптическим и редким видам часто вовсе нет данных. Эта работа выполняется, хотя и медленно, нашим коллективом (за последние 8 лет нами депонировано в NCBI GenBank порядка 30% всех последовательностей Cladocera России). Второй проблемой служит выбор локуса, применяемого для баркодинга. Конечно, самая большая база последовательностей сформирована по локусу COX1, применяемого в «классическом» ДНК-баркодинге. Однако высокая вариабельность (особенно в 5'-участке) не позволяет обеспечить достаточную эффективность отжига универсальных праймеров. Использование 3'-участка более релевантно, однако требует разработки более специфичных (в частности, для Cladocera) мини-праймеров. Другой, очень перспективный но мало используемый локус малой митохондриальной малой рибосомальной субъединицы (12S) обеспечивает хорошую разрешающую способность, но даёт много неспецифического продукта. Наиболее удобный для пробоподготовки и дающий почти стопроцентный результат локус первых двух гипervариабельных регионов ядерной малой рибосомальной субъединицы (18S) показал довольно низкую видовую изменчивость и слабую представленность в базах генетических данных. Он может быть рекомендован в лучшем случае как дополнительный локус к COX1 и 12S. Отдельно следует отметить проблему низкой представленности целевых последовательностей чужеродных видов в общем пуле аборигенных видов кладоцер. Конечно, повысить уровень покрытия можно используя более производительные платформы, но, в настоящий момент, стоимость секвенирования при таком подходе будет расти в геометрической пропорции, поэтому ни о какой массовости не может быть и речи. Поэтому, в первую очередь, исследователи должны быть нацелены на наполнение баз данных последовательностей для всех видов (или хотя бы родов и групп видов) Cladocera по большинству используемых в метабаркодинге локусов. Для этого наиболее перспективно будет секвенирование полных митогеномов, что позволит презентовать все митохондриальные гены для последующего создания индексов для метабаркодинга без ограничений по используемым локусам. Данная работа также начата нашим коллективом и наиболее перспективна для редких и чужеродных видов кладоцер России, что позволит не только наполнить базу референсных последовательностей для метабаркодинга сообществ, но и наработать большой материал для последующих филогенетических и биогеографических реконструкций.

Работа выполнена в рамках гранта №23-24-00279 Российского Научного Фонда.

РЕДКИЕ ВИДЫ ЗООПЛАНКТОНА В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Б. Климова

Уральский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО» (УралВНИРО)), 620086, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 5
e-mail: nadezhda-klimova.2013@mail.ru

Речная сеть Свердловской области включает 18404 рек и ручьев общей длиной свыше 68000 км. Озер площадью более 1 га насчитывается около 1970, из них более 20 га – 420. Около 3200 водоемов имеют площади от 0,1 до 1 га. Построено более 413 водохранилищ, большинство из которых имеют площадь от 0,1 тыс. до 10 тыс. км². Среди искусственных водоемов распространены пруды, карьеры и котлованы, заброшенные и залитые водой рудники.

Большинство водных объектов - преимущественно эвтрофные, либо интенсивно цветущие, зарастающие и заиляющиеся, с достаточно загрязненной водой, что обусловлено их возрастом, географическим положением, морфометрическими характеристиками и высокой антропогенной нагрузкой. При этом значительная их часть практически не исследована с гидробиологической точки зрения. Оценивая современный уровень изученности зоопланктона в водных объектах Свердловской области, следует отметить его крайнюю неравномерность и недостаточную глубину.

В настоящей работе проанализированы собственные (2016-2023 гг.), литературные и архивные данные (1930 - 2015 гг.) по видовому составу зоопланктона 68 водных объектов (16 водохранилищ, 10 прудов, 15 озер, 27 рек и ручьев).

По общепринятому определению, редкие виды – это виды, встречающиеся в ограниченном количестве, локализованные в пределах узкого ареала (1–5 местонахождений). В данной работе приводится список видов, встреченных единожды в каком-либо одном из исследованных водных объектов.

Сводный список зоопланктона в обследованных акваториях насчитывает 155 таксонов из 3 отделов, 11 отрядов, 24 семейств и 52 родов. Наиболее многочисленны представители отдела Rotatoria – 69 таксонов, наименее – отдела Copepoda – 32 таксона. По видовому составу зоопланктона водные объекты чрезвычайно разнообразны. Кроме того, таксономическое разнообразие сообщества варьирует в зависимости от климатических условий того или иного года.

По результатам данных о встречаемости тех или иных видов зоопланктона к редким видам можно отнести из веслоногих ракообразных *Eurytemora affinis* (Pope, 1880), *Heterocope saliens* (Lilljeborg, 1863), *Eucyclops macrurus* (Sars G.O., 1863), *Cryptocyclops bicolor* (Sars G.O., 1863), *Acanthocyclops bisetosus* (Rehberg, 1880), *Acanthocyclops Robustus* (Sars, 1863); из ветвистоусых: *Ephemeroporus barroisi* (Richard, 1894), *Chydorus ovalis* (Kurz, 1874), *Pseudochydorus globulus* (Baird, 1843), *Camptocercus rectirostris* (Sars, 1862), *Holopedium gibberum* (Zaddach, 1855), *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841), *Simocephalus sibiricus* (Sars, 1899), *Ilyocryptus agilis* (Kurz, 1878), *Macrothrix laticornis* (Jurine, 1820); из коловраток *Heharthra fennica* (Zwander, 1892), *Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1832), *Lecane bulla* (Gosse, 1851), *Keratella serrulata* (Ehrenberg 1838), *Notholca squamula* (Muller, 1786), *Trichotria pocillum* (Müller 1776), *Trichocerca pusilla* (Lauterbom, 1898), *Microcodon clavus* (Ehrenberg, 1830), *Polyarthra trigla* (Ehrenberg, 1834), *Platylas quadricornis* (Ehrenberg, 1832), *Platylas patulus* (O.F.Müller, 1786), *Lepadella ovalis* (Müller, 1786), *Mytilina mucronata* (Müller, 1773), *Mytilina ventralis* (Ehrenberg, 1832), *Mytilina crassipes* (Lucks, 1912), *Epiphanes senta* (Müller 1773), *Dicranophorus forcipatus* (Müller, 1786).

Обращает на себя внимание отсутствие в Красной книге Свердловской области каких-либо сведений о редких видах низших ракообразных и коловраток. Учитывая недостаточную изученность зоопланктона в водных объектах региона, полученные данные следует рассматривать как предварительный список редких видов, требующий более глубокого изучения и уточнения.

**РАЗНООБРАЗИЕ ПЛАНКТОННЫХ И БЕНТОСНЫХ МИКРОРАКООБРАЗНЫХ
(COPEPODA, CLADOCERA) БАССАЙНА ОЗЕРА ХАРПИЧА
(ПЛАТО ПУТОРАНА, СРЕДНЯЯ СИБИРЬ)**

С.Д. Климова¹, С.В. Крыленко¹, П.Г. Гарибян², Е.С. Чертопруд^{1,2}

¹ Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские Горы, 1, стр. 12, 119234, Москва
e-mail: klimovasony2004@gmail.com, krylenkoserg@mail.ru

² Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук,
Ленинский проспект, 33, 119071, Москва
e-mail: petr.garibyan21@mail.ru, horsax@yandex.ru

Данные о составе водных беспозвоночных плато Путорана скудны, в связи с его труднодоступностью. Первые краткие сведения о планктонных микроракообразных (Cladocera и Copepoda) озера Лама получены в 1937 г. в ходе экспедиции Института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. В дальнейшем исследования состава зоопланктона выполняли для озер Лама, Глубокое, Собачье, Кета, Кутарамакан, Хантайского водохранилища и водоемов речных бассейнов Някшинда и Дюпкун. Перечисленные работы посвящены, в первую очередь, фауне крупных озер, имеющих значение для рыболовного промысла. Исследования фауны малых водоемов плато редки. *Цель исследования:* оценить видовое богатство микроракообразных (Cladocera и Copepoda) в малых водоемах восточной части плато Путорана. Предпринята попытка, изучить как зоопланктон, так и редко охватываемый исследованиями мейобентос, что дало предпосылки к обнаружению новых для региона видов.

Методика. Отбор проб выполнен в августе 2023 г. в районе озера Харпица на высоте 480 м над уровнем моря. Изучены старицы реки Котуй, озера разного типа происхождения и питания, а также временные водоемы. В каждом изученном водоеме определяли гидрохимические характеристики и температуру воды, состав макрофитов и тип грунта. Всего отобрано 40 комплексных количественных проб зоопланктона и 14 количественных проб мейобентоса.

Результаты. В водоемах плато Путорана обнаружены 14 – Cladocera, и 18 – Copepoda. Шесть видов отмечены впервые для плато. Среди Cladocera ранее не встречены два вида: *Daphnia (Daphnia) pulicaria* Forbes, 1893 s.l. и *Ilyocryptus acutifrons* Sars, 1862. Для Copepoda четыре вида найдены впервые: *Microcyclops rubellus* (Lilljeborg, 1901), *Bryocamptus (Rheocamptus) zschokkei* (Schmeil, 1893), *Attheyella (Neomrazekiella) dentata dentata* (Poggenpol, 1874) и *Pesceus reductus* (Wilson M.S., 1956). Среди новых для региона находок *P. reductus*, описанный с территории Аляски, и позднее отмеченный в дельте реки Лены и на Анабарском плато. Обнаружение на плато Путорана *P. reductus*, имеющего восточноазиатско-американский тип ареала, указывает на проникновение в водоемы элементов берингийской фауны, распространенных на севере Средней и Восточной Сибири, а также Дальнем-Востоке. Кроме того, интересна находка вида *B. zschokkei*, не известного ранее для севера Сибири. Этот вид широко распространен в Европейской части Евразии и единично отмечен для Камчатке. Вероятно, *B. zschokkei* имеет широкий палеарктический ареал.

Дальнейшие исследования микроракообразных плато Путорана дадут возможность расширить наши представления о водных сообществах Заполярья и биогеографическом статусе фауны региона.

Авторы приносят благодарность сотрудникам ФГБУ «Заповедники Таймыра», за помощь в организации экспедиционных работ. Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-24-00054.

ПАЗАРИТИЗМ В КОРАЛЛОВЫХ РИФАХ: ТРОФИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ ASCOTHORACIDA (THORACICA) - ПАЗАРИТИЧЕСКИХ РАКООБРАЗНЫХ И ИХ ХОЗЯЕВ-КОРАЛЛОВ

Г.А. Колбасов¹, А.К. Золота²

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы
e-mail: gakolbasov@gmail.com*

² *Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва, Нахимовский проспект 36*

Ascothoracida включают исключительно паразитических ракообразных, представляющих экто-, мезо- и эндопаразитов книдарий и иглокожих. Большинство исследований Ascothoracida носят исключительно таксономический характер и практически ничего неизвестно об их трофической экологии и взаимоотношениях с хозяевами. В наших исследованиях впервые применён метод анализа стабильных изотопов (SIA) углерода и азота одновременно с морфологическим анализом для изучения трофических связей между аскоторацидами (роды *Baccalaureus*, *Petrarca*, *Sessilogoga* и *Zibrowia*) и их хозяевами-кораллами (антипатариями, зоантариями и склерактиниями), собранными на Тайване и в Малайзии. Анализ стабильных изотопов и морфология родов *Petrarca* и *Zibrowia* свидетельствуют, что они являются настоящими паразитами, питающимися кораллами (склерактиниями). Способные плавать представители рода *Sessilogoga* могут использовать для питания как ткани антипатарий, так и высасывать пищу самого коралла непосредственно из гастроваскулярной системы хозяина. Анализ стабильных изотопов не выявил явного трофического сдвига между хозяевами-зоантариями и их эндопаразитами из рода *Baccalaureus*. Такие трофические спектры исключают вероятность того, что паразит питается непосредственно тканями хозяина и предполагают более широкий спектр источников пищи.

**ПЛАНКТОННЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CLADOCERA, COPEPODA) ДВУХ ВОДОХРАНИЛИЩ
СРЕДНЕЙ ВОЛГИ: ВИДОВАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ И НЕ СВЯЗАННАЯ
С ХИЩНИЧЕСТВОМ СМЕРТНОСТЬ (ПО ДАННЫМ 2023 Г.).**

А.А. Колесников, В.С. Жихарев, Д.Е. Гаврилко, Г.В. Шурганова

*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
603022, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23
e-mail: kolesnikov897@gmail.com*

Функционирование гидросооружений приводит к значительным изменениям в гидроэкосистемах в результате гибели или повреждения гидробионтов. Изучение динамики видовой структуры сообществ зоопланктона и не связанной с хищничеством смертности имеет большое значение для оценки негативного влияния на них факторов окружающей среды.

Целью работы был анализ изменения видовой структуры планктонных ракообразных и их количественных показателей развития, а также оценка доли мертвых особей ветвистоусых и веслоногих в общей численности и биомассе рачкового планктона озерной части Горьковского водохранилища и верхней речной части Чебоксарского водохранилища. На обследованных акваториях двух водохранилищ было идентифицировано 25 видов, из них 17 видов ветвистоусых ракообразных и 8 видов веслоногих ракообразных. Среди обнаруженных видов был выявлен вид-вселенец – трансконтинентальный веслоногий рачок *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893).

На основе многомерного векторного анализа на всей исследованной акватории двух водохранилищ было выделено два лимнофильных планктонных сообщества, различающихся по видовой структуре. В зоопланктонном сообществе озерной части Горьковского водохранилища среди ветвистоусых ракообразных доминировали *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785), *Daphnia cucullata* (Sars, 1862), *Daphnia galeata* (Sars, 1864), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848). Наиболее массовым видом среди веслоногих ракообразных был *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). В зоопланктонном сообществе верхней речной части Чебоксарского водохранилища доминантами являлись представители видов ветвистоусых ракообразных: *B. longirostris*, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776), *D. cucullata* и *D. galeata*. В озерной части Горьковского водохранилища (за исключением приплотинного участка) средние показатели численности и биомассы ветвистоусых и веслоногих ракообразных составили $49,6 \pm 21,3$ тыс. экз./м³ и $0,88 \pm 0,54$ г/м³ соответственно. Снижение этих показателей (до $35,3 \pm 7,0$ тыс. экз./м³ и $0,47 \pm 0,16$ г/м³ соответственно) наблюдалось ниже Нижегородской ГЭС.

Анализ смертности на исследованных акваториях показал, что доля мертвых особей в общей численности и биомассе рачкового зоопланктона была выше на участках, расположенных в верхней речной части Чебоксарского водохранилища ($11,0 \pm 7,6\%$ по численности и $23,8 \pm 10,8\%$ по биомассе), чем в озерной части Горьковского водохранилища ($4,5 \pm 0,2\%$ по численности и $8,4 \pm 1,4\%$ по биомассе). Максимальная доля мертвых особей ($25,0\%$ по численности и $36,2\%$ по биомассе) была отмечена на участке, расположенном непосредственно ниже гидросооружений (г. Городец). Высокие значения смертности связаны с прохождением водных масс через гидросооружения при гибели, преимущественно, *B. longirostris*, *C. sphaericus*, *D. cucullata*, *D. galeata*, а также науплиальных и копеподитных стадий веслоногих ракообразных. По мере удаления от гидросооружений средний показатель смертности уменьшался до $7,6 \pm 1,2\%$ по численности и $13,8 \pm 2,7\%$ по биомассе. Таким образом, функционирование гидросооружений Нижегородского гидроузла приводит к изменениям в видовой структуре планктонных ракообразных и их количественных показателях развития, а также к возрастанию доли мертвых особей рачкового зоопланктона в общей численности и биомассе.

**ВЕТВИСТОУСЫЕ И ВЕСЛОНОГИЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA: CLADOCERA, COPEPODA)
БАСЕЙНА Р. УРАЛ (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

В.А. Колозин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Саратов, ул. Чернышевского, д. 152, 410002

e-mail: zaolog@mail.ru

Введение. Река Урал – трансграничный водный объект, который берёт своё начало в предгорьях Уральского хребта в Учалинском районе Башкортостана и протекает по территории двух стран: Российской Федерации и Казахстана. Урал является уникальным природным объектом – естественным нерестилищем многих видов рыб Каспийского бассейна. В условиях возрастающего воздействия человека на природу, долина р. Урал выделяется относительно хорошей сохранностью естественных ландшафтов, и, следовательно, первозданных местообитаний (Куксанов и др., 2015). Однако длительное хозяйственное освоение водосборной территории привело к значительной трансформации природной среды. Еще 50 лет назад река занимала одно из ведущих мест в мире по воспроизводству и добыче осетровых видов рыб, однако в настоящее время эти позиции сильно ослаблены (Чибилев и др., 2015).

Материалы и методы. В работе использованы материалы собранные сотрудниками Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО» во время ежегодных мониторинговых исследований с 2018 по 2021 гг. на Ириклинском водохранилище (на р. Урал) 25 постоянных станций и несколько разовых, р. Урал – 3 станции выше водохранилища (от с. Березовка до пос. Урал) и 7 станций ниже по течению (от плотины Ириклинской ГЭС до с. Черноречье), а также на притоках р. Урала, р. Б. Уртазымка (1 станция близ с. Сосновка), р. Таналык (1 станция у моста через реку ниже по течению от с. Таштугай), р. Сакмара (2 станции у г. Кувандык и у г. Оренбург). Всего собрано и проанализировано 446 проб.

Результаты и обсуждение. Всего в зоопланктоне бассейна р. Урал обнаружено 97 таксонов ракообразных, из них Cladocera – 63, Copepoda – 34. Минимальное таксономическое разнообразие отмечено в р. Б. Уртазымка (21 вид), максимальное в р. Урал (57 видов) и в Ириклинском водохранилище (66 видов). В большинстве исследованных водоемов основу видового богатства зоопланктона формировали ветвистоусые (53-67%). За счет партеногенетического размножения и короткого периода индивидуального развития эта группа получила широкое распространение в различных типах водоёмов (Мануйлова, 1964). В Ириклинском водохранилище высокая уникальность фауны планктонных ракообразных: 19% для Cladocera и 37% – Copepoda. Список однократно встреченных видов включает 7 видов кладоцер и 9 видов копепод.

В зоогеографическом отношении состав зоопланктона исследованного бассейна представлен космополитами (43%), голарктическими (29%) и палеарктическими видами (27%). Лишь *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893) относится к неарктическим видам. Эвритопы составляли 41% от списка видов в исследованный период.

Средняя биомасса зоопланктона исследованных объектов изменялась от 0.015 до 0.616 г/м³ минимальными значениями характеризовались проточные речные участки, максимальным участки Ириклинского водохранилища. Основу биомассы формировали чаще всего копеподы (38.8-70.7%). Исключение составляет р. Таналык, в который преобладали кладоцеры (53.1%). Ювенильные стадии веслоногих ракообразных доминировали в зоопланктоне всех исследованных водоемов. Помимо них в р. Урал существенную долю в биомассе составляли *Daphnia* (*Daphnia*) *galeata* Sars, 1864, *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller, 1776), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888), в р. Б. Уртазымка – *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), а в Ириклинском водохранилище – *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888).

**РОД *DIACYCLOPS* (COPEPODA: CYCLOPOIDA) ЧИВЫРКУЙСКОГО ЗАЛИВА ОЗЕРА БАЙКАЛ:
ВИДОВОЙ СОСТАВ И ТАКСОНОМИЯ**

Е.И. Корнеева¹, А.А. Новиков¹, Т.Ю. Майор²

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Кремлевская 18, 420008
e-mail: korneev136@gmail.com

² ФБГУН Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, Иркутск,
ул. Улан-Баторская - 3, а/я 278

Среди всех байкальских Cyclopoida особо выделяется род *Diacyclops*. Он является самым большим по количеству видов и подавляющее число его представителей эндемичны. Особый интерес вызывают обитатели северной части Байкала из-за их малой изученности. Чивыркуйский залив, как крупнейший из заливов Северного Байкала, может стать местом нахождения новых для озера или неизвестных науке видов.

Материалом для данной работы послужили 14 проб из Чивыркуйского залива озера Байкал с различных глубин (до 60 м.) и зоны заплеска (псаммалы). Работа по сбору материала проводилась в весенне-летний период 2023 года.

В результате исследования обнаружено 10 видов циклопов, относящихся к роду *Diacyclops*. Среди них эндемичные *D. galbinus*, *D. versutus*, *D. improcerus*, *D. eulitoralis*, *D. zhimulevi*, палеарктический *D. bicuspidatus* и предположительно новые для науки *D. sp. 1*, *D. sp. 2*, *D. sp. 3*, *D. sp. 4*. Для вида *D. sp. 1* представлены данные молекулярно-генетического анализа с использованием в качестве молекулярного маркера гена 12S рРНК (12S). Данный вид образует сестринскую линию в *galbinus*-группе. Также выявлена группа мелких циклопов, сходных с байкальским эндемиком *D. improcerus*, но отличающихся по ряду признаков, как от него, так и между собой. Проведен анализ морфологических и морфометрических признаков найденных особей, как основной для видовой идентификации байкальских циклопов можно выделить строение четвертой пары ног, в особенности форму базиса.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 0279-2021-0005 (121032300224-8). Секвенирование на генетическом анализаторе Нанофор 05 (Синтол, Россия) выполнено в Приборном центре коллективного пользования физико-химического ультрамикрoанализа ЛИН СО РАН (ЦКП «Ультрамикрoанализ»). Благодарим Фефилову Е. Б. (Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук) за помощь в организации экспедиции на озеро Байкал.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДОВ
ONYCHOPODA И NAPLOPODA (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA: CLADOCERA)
КАК ОСНОВА ПОНИМАНИЯ ИХ РОДСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ
С ЗАМЕЧАНИЯМИ ПО МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Н.М. Коровчинский, О.С. Бойкова

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071 Москва, Ленинский проспект 33
email: nmkor@yandex.ru*

Сравнительно-морфологические исследования представителей отрядов Onychopoda и Naplopoda, попытки выяснения их родственных отношений имеют давнюю историю. Известный норвежский карцинолог Г.О. Сарс (G.O. Sars, 1865) был первым, кто объединил трибы (теперь отряды) Onychopoda (семейства Polyphemidae, Cercopagididae, Podonidae) и Naplopoda (семейство Leptodoridae), считая их близкородственными, в таксон Gymnometra. Взгляды последующих исследований на последний таксон, и, соответственно, на родство указанных отрядов были противоречивыми – одни из них следовали гипотезе Сарса, другие отвергали её и предлагали свои собственные решения относительно их эволюционных взаимоотношений. В целом идея отвержения таксона Gymnometra превалировала примерно в течение столетия вплоть до 1990-х годов, когда ряд исследователей предложил восстановить этот таксон, хотя и без достаточной доказательности, как монофилетический. Авторами настоящего исследования было показано, что хотя некоторые из признаков представителей указанных отрядов кажутся сходными, в действительности они существенно различаются. Все сходства морфологии Onychopoda и Naplopoda являются чисто адаптивными, связанными с хищным образом жизни их представителей, вследствие чего эти отряды не могут образовать монофилетическую группу. В последующем это заключение было подтверждено данными молекулярно-генетических исследований.

Активно постулируемая в течение около тридцати последних лет идея о филогенетической близости представителей отрядов Onychopoda и Naplopoda базировалась не неверной методологической основе сугубо формального использования кладистического анализа, который применялся в отношении недостаточно изученных в морфологическом отношении организмов и не мог привести к адекватным результатам. Используемые параллельно молекулярно-генетические методы исследования, соответственно, также не были достаточны для решения поставленной задачи.

Авторы настоящего сообщения собрали и сравнительно проанализировали большой набор морфологических данных, касающихся внешнего и внутреннего строения, а также данных по особенностям размножения и развития представителей Onychopoda и Naplopoda, базируясь на традиционных, не кладистических, подходах и методах эволюционной биологии и систематики. При этом было принято, следуя определению А.П. Расницына (1983, 2002), что монофилетическим может считаться таксон, ближайший общий предок всех членов которого по своим признакам также является членом этого таксона. Невозможность, согласно проведённым сравнительным анализам, реконструировать такого предка Gymnometra не даёт возможность считать представителей отрядов Onychopoda и Naplopoda близкородственными.

РАССЕЛЕНИЕ РАКООБРАЗНЫХ В ПОНТО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ

А.А. Котов¹, А.Н. Неретина², Д.П. Карабанов²

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук,
Россия, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33, ИПЭЭ РАН
e-mail: alexey-a-kotov@yandex.ru*

² *Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
Россия, 152743 Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, д. 109, ИБВВ РАН*

Если ранее растения и животные переселялись по естественным причинам, связанным, прежде всего, с глобальными геологическими и климатическими преобразованиями Земли, то последние несколько столетий изменения их ареалов в основном прямо или косвенно обусловлены деятельностью человека. Современная динамика ареалов в значительной степени в меньшем (по сравнению с геологическим) масштабе повторяет процессы, происходившие на Земле в далеком прошлом. Например, если сужение ареала некоего таксона может быть сопоставлено с сокращением зоны его обитания до рефугиума в плейстоцене, то современное расселение таксона может иметь прямые аналогии с пост-ледниковым расселением, занятием ранее несвойственных виду территорий. Как особая подпроблема выделяется выявление черт сходства и различия между палеоинвазиями и современными инвазиями.

Коллективом исполнителей гранта РНФ 23-14-00128 проводятся исследования по выявлению общих закономерностей колонизации гидробионтами новых территорий в прошлом и настоящем на примере ракообразных в обширном регионе со сложной геологической историей в кайнозое – Понто-Каспийском бассейне. В данном регионе постоянно происходило расселение различных групп гидробионтов, и современные антропогенные инвазии можно рассматривать лишь как очередной этап этого постоянно, но периодически интенсифицирующегося, процесса.

Регион исследования имеет очень сложную геологическую историю, включающую распад Паратетиса и поднятие Кавказа. За геологическое время регион неоднократно становился ареной расселения различных ракообразных. Изменения климата вызывали вымирание значительной части иммигрантов предшествовавшей эпохи. Однако вымирали не все виды, некоторым из них удалось закрепиться в рефугиумах. Значительная расчлененность территории способствовала увеличению роли географической и экологической изоляции видов. Здесь на разных этапах развития в связи с особенностями местных климатических условий, среди различных по происхождению биот складывались специфические фаунистические комплексы, формировались локальные очаги биоразнообразия.

Черноморско-каспийско-волжский транзитный коридор, представляющий собой часть Понто-Каспийского бассейна, является важнейшим для всей европейской части России. Особенно важно для проникновения новых видов то, что последний представлен в настоящее время каскадом водохранилищ - нарушенных местообитаний озерного, а не речного типа. Та же ситуация наблюдается и на других крупных реках – Дону, Днепре, Дунае. Соединение человеком каналами различных речных бассейнов, организация на реках крупных водохранилищ, зарегулирование стока рек и т.д. вполне аналогично геологическим процессам, проходившим в регионе раньше, как в среднем кайнозое, так и в более позднее время. Вообще говоря, "геологические" преобразования в регионе образуют непрерывную цепь событий (понятно, что их интенсивность была различной в разные периоды). То же самое относится и к климату: в прошлом неоднократно случались периоды потепления и похолодания, и ничего столь уж выдающегося в нынешнем изменении температуры нет (вспомним периоды, когда потепление после Малого Ледникового Периода было ничуть не менее резким и сильным, чем современное или когда после извержения мощных вулканов, среднегодовая температура на Земле падала на два градуса в течение одного года, и это гораздо сильнее, чем изменение в один-полтора градуса за последние 150 лет). В Понто-Каспийском регионе события позднего Антропоцена отлично вписываются в предыдущую историю региона, и мы собираемся их изучать именно в контексте предыдущих изменений на примере ракообразных.

Работы поддержаны грантом РНФ (проект № 23-14-00128).

**МЕТОДЫ СОВМЕСТНОГО АНАЛИЗА ТАФОЦЕНОЗОВ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ
(CLADOCERA: CRUSTACEA) ИЗ КОЛОНОК ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
НЕСКОЛЬКИХ КАРЕЛЬСКИХ ОЗЕР**

И.И. Кроленко, А.Г. Ибрагимова, А.А. Котов

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,

Ленинский пр. д. 33, г. Москва 119071, Россия

e-mail: krolenko@gmail.com , ais5_ibragimova@mail.ru , alexey-a-kotov@yandex.ru

Несмотря на популярность кладоцерного анализа колонок донных отложений для изучения естественной истории водоемов четвертичного периода, совместный анализ тафоценозов нескольких водоемов, направленный на выявление общих закономерностей в их фаунистических комплексах, пока не слишком распространен. Существует ряд сложностей как организационного, так и методического характера. Сравнение данных разных исследований может быть затруднительно, так как различия методики подсчета останков, как и разночтения в определениях, оказывают существенное влияние на результаты сравнения. При условии общности методик подсчета и определения останков, на первый план выходит выбор адекватных статистических методов описания сходства.

Мерой сходства предпочтительно избрать коэффициент общего удельного обилия по Брею-Кертису, который демонстрирует устойчивость к недоучету редких видов, актуальной проблеме при ограниченном выборочном усилии. Сравнение нескольких бинарных коэффициентов сходства между собой и с мерой Брею-Кертиса, показывает ожидаемое различие и зависимость результатов от выявленного видового разнообразия. Рассмотрена зависимость количественных мер сходства от трансформаций исходных данных, принятых в качестве стандарта для современных исследований.

Методами анализа и визуализации сходства как правило являются кластерный анализ и многомерное шкалирование (MDS) в разных вариантах. Рассмотрены разные способы анализа и их зависимость от мер сходства и трансформации данных. Для демонстрации разнообразных методов обработки использованы данные 165 проб из 6 водоемов, 52 определенных таксономических единицы. Анализ выполнен в программных пакетах STATISTICA и PAST.

Работа проведена в рамках Государственного Задания ИПЭЭ РАН "Водные сообщества: биоразнообразие, инвазии, структура и сохранение" (FFER-2024-0017).

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ ПЕСЧАНОЙ КРЕВЕТКИ *CRANGON CRANGON* (LINNAEUS, 1758), ОБИТАЮЩЕЙ В КИЗИЛТАШСКИХ ЛИМАНАХ (КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ)

А.В. Кулиш

Керченский государственный морской технологический университет, 298309, ул. Орджоникидзе д. 82,
г. Керчь, Республика Крым, Россия

Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ
Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, 299188, ул. Науки д. 24, пгт. Курортное,
г. Феодосия, Республика Крым, Россия
e-mail: andreykulish1972@mail.ru

Несмотря на достаточно высокий уровень изученности фауны Черного и Азовского морей в целом, познания о биологии одной из групп гидробионтов – десятиногих ракообразных имеет еще множество «белых» пятен. Это обстоятельство возможно указать не только для видов, сравнительно недавно вселившихся в данный бассейн или части аборигенных видов, редких в находках в связи со своей малочисленностью, но и относится к ряду достаточно массовых. Одним из таких видов является песчаная креветка *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), не только являющаяся обычной, как в Азовском море, так и в пределах прибрежных акваторий Черного, но и имеющая потенциал к промысловому использованию её запасов в регионе.

Основной задачей в наших исследованиях является получение новых данных позволяющих заполнить существующие «пробелы». Материалом, представляемым в рамках настоящей работы, являются сведения о биологии *C. crangon* обитающей в лиманах южной группы дельты реки Кубань (Кизилташские лиманы).

При выполнении исследований рассматриваются следующие вопросы:

1. Встречаемость креветок на участках водоемов с различными глубинами, типом грунтов и плотностью макрофитов (сезонное и биотопическое предпочтения);
2. Структура популяции по полу (самки, самцы, ювенильные особи);
3. Размерно-весовой состав креветок, зависимость изменения индивидуальной массы тела от его общей длины, в том числе в разрезе особей разного пола;
4. Изменчивость основных морфологических промеров (общая длина (Lt), длина карапакса (Lk), ширина карапакса (Hk), длина абдомена (La), ширина третьего сомита абдомена (Na3som)), в том числе у особей различного пола;
5. Репродуктивная стратегия (размерная структура самок, имеющих кладки яиц, абсолютная реализованная плодовитость, средние значения массы яйца на отдельных стадиях, значения морфологических промеров яиц и их динамика в эмбриогенезе);
6. Особенности питания креветки в условиях лиманов (структура пищевого комка, роль его компонентов в питании).

Работы по указанной теме осуществляются с 2019 года по настоящее время.

Полученные данные свидетельствуют о существовании в Бугазском и Кизилташском лиманах стабильной, значительной по численности популяции *C. crangon*. Установленное многолетнее постоянство структуры популяции, относительная изолированность водоема от Черного моря, а также практически круглогодичная возможность сбора материала, позволяют рассматривать эти водоемы как модельные в последующих исследованиях популяционных характеристик серой песчаной креветки.

**ПОНТО-КАСПИЙСКИЕ И ПОНТО-АЗОВСКИЕ ВЫСШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ
В ВОДОХРАНИЛИЩАХ РР. ВОЛГА И КАМА**

Е.М. Курина

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071 Россия, Москва, Ленинский проспект, 33
e-mail: ekaterina_kurina@mail.ru*

В водохранилищах рр. Волга и Кама зарегистрировано 30 видов высших ракообразных, из них 5 видов мизид, 5 видов кумовых ракообразных, 18 видов амфипод и 2 вида изопод. Наиболее часто встречаются амфиподы *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894), *Chelicorophium curvispinum* Sars, 1895, заселившие водоемы Средней и Нижней Волги ещё до сооружения каскада водохранилищ. Доля высших ракообразных в биомассе «мягкого» макрозообентоса минимальна в Горьковском (2%) и Камском (4%) водохранилищах, максимальна – в Куйбышевском водохранилище (45%).

Сравнительный анализ последовательностей фрагмента гена COI позволил подтвердить видовую принадлежность амфипод *Chaetogammarus warpachowskyi* (Sars, 1894), *Pontogammarus robustoides*, *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), *Wolgagammarus dzjubani* Mordukhay-Boltovskoy et Ljakhov, 1972, *Chelicorophium maeoticum* Sowinsky, 1898, *Chelicorophium sowinskyi* Martynov, 1924 и мизид *Paramysis lacustris* (Czerniavsky, 1882). Последовательности образцов этих видов из Саратовского водохранилища идентичны последовательностям образцов из Каспийского моря, дельты Волги и водоемов Европы.

Среди высших ракообразных амфиподы значительно преобладают во всех изученных водоемах как по численности, так и по биомассе, при этом изоподы и кумовые ракообразные встречаются единично.

Отмеченные амфиподы с учетом их морфологии и типа субстрата, на котором они обитают, отнесены к трем экоморфам: «цепляющиеся», «ползающие» и «роющие». В большинстве изученных водоемов доминируют ползающие экоморфы.

Максимальное количество статистически достоверных ценотических связей с другими видами ракообразных (7) зарегистрировано для кумовых ракообразных *Pseudocuma cercaroides* Sars, 1894, которые немногочисленны в изученных водоемах. Также относительно редкие представители мизид *Paramysis ullskyi* Czerniavsky, 1882, *P. lacustris* и *Katamysys warpachowskyi* Sars, 1893 встречаются совместно с другими видами ракообразных (по 5, 5 и 6 связей соответственно). Несмотря на доминирование амфипод по числу видов, численности и биомассе в водоемах Средней Волги и Камы, большинство из них живут обособленно. Так, многочисленные связи с другими видами ракообразных зарегистрированы только для *Chaetogammarus warpachowskyi*, *Dikerogammarus haemobaphes* (по 5 связей), *Dikerogammarus caspius* (Pallas, 1771), *Shablogammarus chablensis* (Caraus, 1943) (по 4 связи), а также для представителей семейства корофиид *Chelicorophium curvispinum* (5 связей) и *C. sowinskyi* (6 связей). Отмеченные гаммариды относятся либо к цепляющимся экоморфам, либо к ползающим. Таким образом, амфиподы, характеризующиеся роющим поведением, в большинстве случаев не формируют ценотические связи с другими видами ракообразных.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 23-14-00128.

**НОВЫЙ ВИД РОДА *VONIMETOPA* BARNARD & KARAMAN, 1987
(AMPHIRODA: STENOTHOIDEAE) ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЮГО-ЗАПАДНОГО САХАЛИНА**

В.С. Лабай

*Сахалинское отделение ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»),
693023, Российская Федерация, гор. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, д. 196
e-mail: v.labaj@yandex.ru*

Новый вид амфипод сем. Stenothoidae обнаружен в прибрежном мелководье юго-западного Сахалина (Японское море, Татарский пролив). Новый вид ассоциируется с родом *Vonimetopa* Barnard & Karaman, 1987 в соответствие с набором признаков специфичных для представителей этого рода: у антенны 1 отсутствует переднедистальный выступающий носовидный отросток на первом членике стебелька; добавочный жгутик отсутствует; щупик мандибулы 1-члениковый; щупик максиллы 1 с одним члеником; внутренняя лопасть максиллы 2 ординарная; внутренние лопасти максиллипод полностью разделены; гнатопод 1 маленький, простой, мерус изначально хелатный, карпус короткий, без лопасти, проподус удлинённый линейный; гнатопод 2 несколько крупнее, пальмарный край проподуса перпендикулярен заднему краю или несколько скошен, карпус короткий, с выраженной лопастью; переоподы 5–7 с прямолинейным базисом; переонит 4 ординарный; плеониты 4–6 свободные; на плеоните 3 отсутствует дорсальный гребень. До настоящего времени род *Vonimetopa* включал 6 видов из бореальной Пацифики: *V. barnardi* (Gurjanova, 1938), *V. brazhnikovi* (Gurjanova, 1948), *V. dubia* (Shoemaker, 1964), *V. schellenbergi* (Gurjanova, 1938), *V. shoemakeri* (Gurjanova, 1938) и *V. zernovi* (Gurjanova, 1948).

Новый вид легко отличается от остальных представителей рода по длинному узкоминдалевидной формы проподусу гнатоподов 2 с длинным вертикальным пальмарным краем, переходящим через небольшой бугорок в задний край.

Вид обнаружен в пределах изобат 0–10 м на различных грунтах – от песков до скалы, при температуре воды в мае и июне от 3,7 до 14,7°C.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ЧУЖЕРОДНОГО ВИДА
ACANTHOCYCLOPS AMERICANUS (MARSH, 1892) (CRUSTACEA, CYCLOPOIDA)
В ЗООПЛАНКТОНЕ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГО-КАМСКОГО КАСКАДА**

В.И. Лазарева

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., Россия
e-mail: lazareva_v57@mail.ru*

Копепода *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892) вселилась в водоемы Западной Европы в конце XIX века из Северной Америки (Alekseev, 2021). На территории бывшего СССР вселенец впервые найден в 1954 г. в водоемах Украины (Монченко, 1961). Позже (Kiefer, 1978), исходя из морфологического сходства вселенца *A. americanus* и родственного европейского *A. robustus* (Sars, 1863), оба вида были объединены как *A. robustus*. Как результат, летний теплолюбивый пелагический *A. americanus* долгое время смешивали с ранне-весенними литорально-бентическими *A. robustus* и *A. vernalis* (Fisher, 1853). Только совсем недавно молекулярно-генетический анализ по маркерам COI и 12S рРНК показал, что *A. americanus*, *A. robustus* и *A. vernalis* представляют три отдельных и хорошо разделенных вида (Miracle et al., 2013). В начале 2000-х описаны два новых вида рода *A. trajani* Mirabdullayev et Defaye, 2002 и *A. einslei* Mirabdullayev et Defaye, 2004, согласно молекулярно-генетическим данным *A. trajani* оказался эквивалентным *A. americanus*, а *A. einslei* – *A. robustus* (Miracle et al., 2013). Подробное сравнительное описание морфологии и особенностей развития популяций *A. robustus*, *A. vernalis* и *A. americanus*, а также анализ синонимии их морф приведены в работе (Alekseev et al., 2021). Однако до сих пор выходят статьи о вселении *A. americanus* в водоемы Крыма и Балтики под видом уже давно не валидного *A. trajani* (Ануфриева и др., 2014; Семенова и др., 2023). Путаница между вселенцем и аборигенными видами рода *Acanthocyclops* очень мешает выявлению сроков и темпа расселения *A. americanus* в водоемах Евразии, в том числе в бассейне р. Волги.

Надежно установлено (Вьюшкова, Кузнецова, 1974; Алексеев, Косова, 1976), что в Нижней Волге *A. americanus* впервые зарегистрирован в начале 1960-х годов в Волгоградском и Саратовском водохранилищах р. Волги, а в 1974 г. – в дельте реки у г. Астрахань. В Куйбышевском водохранилище вселенец впервые указан только в 1982 г. (Тимохина, 2000). В водохранилищах Верхней Волги (Рыбинское, Угличское и Ивановское) он обнаружен в 1990-х годах (Столбунова, 1999; Экологические..., 2001). Однако в списке копепод в книге (Волга и ее жизнь, 1978) указан *A. robustus* как обычный вид в литорали всех участков р. Волги. То есть вполне вероятно, что *A. americanus*, которого частично идентифицировали как *A. robustus*, заселил р. Волгу еще в 1960–1970-х годах. В водохранилищах р. Камы вселенец впервые найден лишь в 2016 г. уже как обычный (30–80% проб) вид (Лазарева, 2020). Долгое время его, по-видимому, смешивали с *A. vernalis*. Поэтому установить даже приблизительно время проникновения вселенца в р. Каму не представляется возможным.

В 2015–2023 гг. после перерыва в четверть века продолжено изучение фауны и структуры зоопланктона р. Волги, в 2016 и 2022 гг. обследована р. Кама. Установлено, что *A. americanus* является обычным видом в 11 водохранилищах Волго-Камского каскада, а также в не зарегулированном участке р. Волги от Волжской ГЭС до г. Астрахань. Встречаемость вселенца достигает 80–100%, он не обнаружен лишь в Шекснинском водохранилище (Лазарева, 2022). Обилие вида сильно варьирует год от года. Максимальная численность наблюдается в мелководных заливах и устьевых областях притоков р. Волги в Ивановском (50–326 тыс. экз./м³), Угличском (30–75 тыс. экз./м³) и Чебоксарском (30–55 тыс. экз./м³) водохранилищах, что составляет от 16 до 74% обилия ракообразных. Кроме того, в отдельные годы вид локально входит в состав доминантов других водохранилищ и формирует до 13% численности ракообразных в Горьковском, до 11% в Куйбышевском и Волгоградском водохранилищах, а также до 17% в р. Волге ниже г. Волгограда. Вселенец малочислен в Саратовском и Рыбинском водохранилищах. В последнем обитает преимущественно в Волжском плесе, где популяция *A. americanus* постоянно пополняется биостоком из Угличского водохранилища.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИБВВ РАН № 121051100109-1

***LIMNOCALANUS MACRURUS* SARS, 1863 (CENTROPAGIDAE, CALANIFORMES)
В ВОДОЁМАХ ОЗЁРНО-РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ Р. КИУЙ БАССЕЙНА БЕЛОГО ОЗЕРА
(ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Е.В. Лобуничева, А.И. Литвин, М.Я. Борисов, А.А. Игнашев, Н.В. Думнич

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», 160012 г. Вологда, ул. Левичева, д. 5;
e-mail: lobunicheva_ekaterina@mail.ru

Limnocalanus macrurus Sars, 1863 – один из реликтовых видов ракообразных, сохранившихся в водоёмах Вологодской области. Вид стенотермный, холодолюбивый, требовательный к содержанию в воде кислорода. Доминирует в пелагиали Онежского озера. В других водоёмах Вологодской области впервые обнаружен в 1969 г. в озёрах Святозеро и Корбозеро, а в 1975 г. зарегистрирован в озере Бородаевское. Отмечены единичные находки рачка в притоках Онежского озера и Белоусовском водохранилище Волго-Балтийского водного пути.

Озёрно-речная система реки Киуй включает в себя 4 малых водоёма площадью от 0,81 (Корбозеро) до 2,40 км² (Ананьино), соединенных протоками. Озеро Корбозеро «замыкает» цепочку озёр и является истоком р. Киуй. *L. macrurus* населяет лишь 2 озера данной озёрно-речной системы – Святозеро и Корбозеро. Летний зоопланктон озера Святозера характеризуется невысоким обилием ($26 \pm 4,6$ тыс.экз./м³, $1,6 \pm 0,18$ г/м³) и доминированием копепод. В озере четко выражена вертикальная дифференциация зоопланктона. Обилие зоопланктеров в озере Корбозеро существенно выше ($116 \pm 18,4$ тыс.экз./м³, $2,5 \pm 0,44$ г/м³), в сообществе доминируют кладоцеры.

L. macrurus в озере Святозеро в летний период формирует 7-15% общей численности и 22-80% общей биомассы зоопланктона. Средняя численность рачка в водоёме в июне-августе составляет $860 \pm 88,8$ экз./м³ при биомассе $0,8 \pm 0,09$ г/м³. Специфика жизненного цикла *L. macrurus* определяет его сравнительно высокую численность в начале-середине весны благодаря массовому развитию науплиусов. В этот период биомасса рачка крайне низкая, т.к. копеподиты и половозрелые особи встречаются единично. Летом в сообществе преобладают взрослые особи *L. macrurus*. Это определяет высокую биомассу вида в этот период. В конце лета–осенью наблюдается снижение обилия лимнокалянуса в водоёме. Постепенное увеличение плотности *L. macrurus* происходит в декабре, когда в сообществе появляются науплиусы, сравнительно высокая численность которых сохраняется весь подледный период.

Популяция *L. macrurus* в озере Корбозере ежегодно в весенний период пополняется особями через протоку из озера Святозеро. При этом численность популяции в этом водоёме остается невысокой. Численность лимнокалянуса в летний период составляет порядка $150 \pm 55,1$ экз./м³. После экстремально жаркого летнего периода 2021 г., когда температура воды на поверхности озера достигала +28°C, наблюдается резкое снижение плотности рачка до 5–10 экз./м³.

Таким образом, обилие и структура популяций *L. macrurus* в озёрах Святозеро и Корбозеро очень сильно различаются и определяются, несмотря на их принадлежность к единой озёрно-речной системе, морфологическими и биотопическими характеристиками водоёмов. Значительные глубины озера Святозеро (до 33 м), выраженная температурная стратификация и сравнительно высокое содержание кислорода в глубинных слоях определяют благоприятные условия для обитания лимнокалянуса. В озере Святозеро рачок является доминантом. Популяция лимнокалянуса в этом водоёме характеризуется закономерными сезонными изменениями и небольшими межгодовыми колебаниями численности. Для озера Корбозеро при сравнительно небольших глубинах (до 11 м) характерен интенсивный прогрев воды и снижение концентрации кислорода на глубине. Численность популяции рачка в водоёме поддерживается регулярным проникновением животных из Святозера. При этом благоприятная для лимнокалянуса зона обитания в озере Корбозеро сравнительно небольшая. При значительном прогреве воды в озере наблюдается резкое снижение численности *L. macrurus*.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРЕСС-ОТВЕТА АМФИПОД НА ПРИМЕРЕ ИНДУЦИБЕЛЬНОЙ ФОРМЫ БТШ70

Е.В. Мадьярова, М.А. Тимофеев

ФГБОУ ВО «ИГУ», ул. Карла Маркса 1, г. Иркутск, 664025

e-mail: madyarovae@gmail.com

Фауны древних озер планеты уникальны и очень уязвимы в условиях глобальных климатических изменений и антропогенной нагрузки (Carrea et al., 2023). Одним из подходов к сохранению биоразнообразия является экологический мониторинг, позволяющий проводить наблюдение и оценку состояний гидробионтов.

Известно, что амфиподы, или разноногие раки (Crustacea: Amphipoda) могут отражать состояние и продуктивность водных экосистем (Murphy et al., 2015). Они обладают высокой чувствительностью к различным изменениям в воде (температуре, эвтрофикации, наличию тяжелых металлов и других загрязнителей, изменении содержания кислорода, а также наличие паразитарных инвазий и т.д.), поэтому их используют в биомониторинге водоемов (Thomas, 1993). Одним из наиболее чувствительных биомаркеров для мониторинга являются белки теплового шока (БТШ), которые успешно используют для оценки состояний как природных, так и искусственных экосистем (Somero, 2020).

Для того чтобы применять *бтш70*/БТШ70 в качестве маркера для мониторинга состояний амфипод Байкальского региона, необходимо понимать, по какому сценарию происходит накопление транскриптов этих белков и вносят ли паразиты амфипод существенный вклад в этот процесс. Ранее при исследовании транскриптов *бтш70* байкальских амфипод не наблюдали существенного роста числа транскриптов *бтш70* от контрольных значений у байкальских амфипод как при тепловом шоке, так и при воздействии растворимых солей тяжелых металлов (Bedulina et al., 2013; Protopopova et al., 2014; 2020), в противоположность, например, у амфипод *G. locusta*: у данного вида уровень транскриптов гена *бтш70* вырос в 2000 раз в ответ на тепловой шок (Nauton et al., 2009).

Таким образом, цель настоящего исследования – изучить особенности стрессового ответа амфипод Байкальского региона на уровне *бтш70* при изменении ключевых факторов абиотической природы (температуры). В качестве объекта данного исследования были выбраны амфиподы озера Байкал, которые занимают первое место в мире по числу видов среди всех древних озер с высокой степенью эндемизма, и голарктический вид *Gammarus lacustris*, который обитает в водоемах вокруг Байкала.

Как у литоральных, так и у глубоководного вида байкальских амфипод был впервые описан индуцибельный транскрипт *бтш70*, который сверхэкспрессируется в ответ на тепловой стресс. Синтез транскриптов индуцибельной формы *бтш70* увеличивался более чем в 100 раз в ответ на температурное воздействие.

Полученные данные позволяют говорить о применимости обнаруженной формы индуцибельного *бтш70* в качестве высокочувствительного маркера для определения стресс-ответа у байкальских амфипод.

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ И БИОТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАЗНОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ В ВОДОТОКАХ БЕЛАРУСИ

А.И. Макаренко¹, В.В. Вежновец², Т.В. Макаренко³

¹ Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»,
246000, г. Гомель, ул. Ланге, 5
e-mail: amakarenko198989@mail.ru

² Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр
НАН Беларуси по биоресурсам», 220072, г. Минск, ул. Академическая, д.27
e-mail: vezhn47@mail.ru

³ Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
246028, г. Гомель, ул. Советская, 104
e-mail: tmakarenko1968@bk.ru

Обследованы экосистемы основных рек в пределах Беларуси: Днепр, Припять, Неман, Западная Двина и Западный Буг, принадлежащих к бассейнам Балтийского и Черного морей. Пробы отобраны в основном русле, придаточных водоемах, притоках второстепенного значения и канализированных системах, имеющие прямую или косвенную связь с этими водотоками.

Из 342 точек отбора, 156 характеризовались отсутствием как чужеродных, так и нативных видов амфипод, на 138 обнаружены только аборигенные, а на 48 – чужеродные. В итоге, для чужеродных видов разноногих ракообразных установлены величины их встречаемости в бассейнах основных рек Беларуси. Реки бассейна Днепра наиболее заселены чужеродными видами, здесь найдены все виды, зарегистрированные на территории Беларуси. Мало подвержен биологическому загрязнению Неман, а в водоемах бассейна Западной Двины в настоящее время чужеродные виды амфипод не обнаружены. Чужеродные виды преимущественно обитают в лентических экосистемах. Наиболее встречаемым видом на территории Беларуси является *Dikerogammarus haemobaphes*.

В водотоках зарегистрировано 9 чужеродных видов разноногих ракообразных: *Chelicorophium curvispinum* (G.O. Sars, 1895), *Chelicorophium robustum* (G.O. Sars, 1895), *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899), *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932), *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Obesogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894), *Obesogammarus obesus* (G.O. Sars, 1894) и *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894).

Все виды были встречены в разных местообитаниях, которые разделены на 10 условных микробиотопов: 1) пресноводная губка (ГУБ); 2) заросли полупогруженной высшей водной растительности (ВВР); 3) камни (КАМ); 4) комья глины (ГЛИ); 5) погруженные в воду корни трав и прибрежных деревьев (КТД); 6) погруженные в воду разные части деревьев и кустарников, коряги (КОР); 7) речной песок (ПЕС); 8) раковины живых и отмерших моллюсков (МОЛ); 9) роголистник (РОГ); 10) комья торфа (ТРФ).

Заселяемость чужеродными видами разных типов местообитаний неодинакова: *D. haemobaphes* встречается в 9-ти типах биотопов, за исключением ПЕС. *D. villosus* и *E. ischnus* – в 8-ми, за исключением ПЕС и ГУБ. *O. obesus* – в 7-ми, исключая ПЕС, ГУБ и ТРФ. *C. curvispinum* и *O. crassus* – в 6-ти, за исключением ПЕС, ГУБ, МОЛ и ГЛИ, *P. robustoides* – в 5-ти, исключая ГУБ, ГЛИ, КОР, МОЛ и ТРФ. *C. robustum* населял ВВР, КАМ и РОГ, а *E. trichiatus* – КОР. Из всех представленных видов только *D. haemobaphes* встречается в микробиотопе губка (бадяга), используя как укрытия полости внутри скелета. *P. robustoides* найден в прибрежном песке, при этом наблюдалось закапывание в песок в поисках убежища, такой тип поведения у других видов не отмечался.

По степени встречаемости чужеродных видов исследованные биотопы расположились в следующем порядке: роголистник (РОГ) – 28, ВВР – 25, КАМ – 18, ВВР – 14, КТД – 8, МОЛ – 3, ТРФ – 2, ГЛИ – 1, ГУБ – 1, ПЕС – 0,1%. Хотя степень приуроченности к тем или иным местообитаниям видоспецифична, но для всех 9 чужеродных видов амфипод в летний период предпочитаемыми местообитаниями являются три микробиотопа: камни, роголистник и затопленные останки древесины разной степени разложения. Если объединить полупогруженные заросли высшей водной растительности и погруженный роголистник, то заросшее побережье текучих водоемов будет стоять на первом месте по встречаемости в этом местообитании чужеродных видов разноногих ракообразных.

Работа частично поддержана грантом БРФФИ № Б24МС-011.

ХРОНОЛОГИЯ ИНВАЗИИ ARTEMIA НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Я.В. Мегер¹, А.О. Лантушенко¹, Е.В. Ануфриева^{1,2}, Н.В. Шадрин^{1,2}

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

299053, г. Севастополь, ул. Университетская 33, Россия

e-mail: meger_yakov@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр
"Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН",
299001 г. Севастополь, проспект Нахимова 2, Россия.

Виды рода *Artemia* являются важным элементом экосистем гиперсоленых озер и лагун, пищевым ресурсом для множества птиц и перспективным объектом аквакультуры и биотехнологии. Науплии, выходящие из их цист, – ключевой стартовый корм для личинок рыб и ракообразных, а биомасса взрослых – ценный пищевой продукт. Ранее филогенетический анализ на основе митохондриального гена COI показал, что в гиперсоленых водоемах Крыма *Artemia* представлена четырьмя двуполыми видами и партеногенетическими популяциями. *A. salina* и *A. urmiana* существуют здесь, вероятно, с времени Паратетиса, а *A. monica* и *A. sinica*, вероятно, являются инвазионными. Достаточно полный и точный филогеографический анализ распространения популяций *Artemia* можно провести на основании изучения полных митохондриальных геномов, что и явилось целью настоящей работы. Для анализа были использованы особи из популяций четырех двуполых видов и партеногенетических *Artemia*, отобранных в четырех гиперсоленых озерах Крымского полуострова. Секвенирование митохондриальных геномов проводилось в Курчатовском геномном центре (Москва). Для сравнения были также использованы все представленные в базе данных NCBI митохондриальные геномы *Artemia* из разных регионов. Сборка митохондриальных геномов, их аннотация и построение хронограмм байесовскими методами были выполнены с помощью суперкомпьютера ЦКП «Афалина» Севастопольского государственного университета. Анализ полученных хронологических данных и локализации природных популяций двух видов чужеродных видов *A. monica* и *A. sinica* позволяет сделать заключение, что их инвазия произошла совсем недавно, имеет антропогенный характер, и возможно, связана с аквакультурными экспериментами ЮгНИРО (Керчь) на озере Янышское в 1990 – 2000 гг. Для двух других видов *A. salina* и *A. urmiana* установлено наличие высокого гаплотипического разнообразия, что, как и построенные хронограммы, подтверждает их длительную эволюцию в регионе.

Работа выполнена в рамках программы Приоритет-2030 Севастопольского государственного университета (стратегический проект № 3), № НИОКТР 121121700318-1.

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ СИМБИОТИЧЕСКОГО КРАБА *TRAPEZIA SERENEI* НА РАННИХ СТАДИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВА КОРАЛЛОВОГО РИФА

В.А. Меркин

ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Россия, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33
e-mail: vmx7@mail.ru

В последнее время появляется много работ, посвящённых биологии крабов-симбионтов коралловых рифов, в особенности облигатных симбионтов (Castro 1978). Ряд работ посвящены характеру расселения крабов на кораллах – показано, что крабы рода *Trapezia* в основном поселяются парами, одна пара занимает одну колонию (Gotteli et Abele 1983). Однако имеющиеся исследования посвящены популяционной структуре крабов на уже зрелых колониях, в то время как структура популяции на ранних этапах её формирования остаётся неизученной.

Изучение популяционной структуры симбионтов кораллов на ранних этапах жизни кораллов важно для понимания механизмов формирования кораллового сообщества и выработки стратегии по сохранению и восстановлению коралловых рифов.

Изучалась популяционная структура симбиотических крабов вида *Trapezia serenei* на двух экспозициях фрагментов кораллов *Pocillopora verrucosa*, высаженных на металлические рамки на глубине 4 метра. Крабы рода *Trapezia* отличаются особо тесными связями с населяемой ими колонией (Stella et al 2011). Экспериментальная часть проводилась в заливе Домбай, провинция Кханьхоа, Социалистическая Республика Вьетнам. Объём каждой экспозиции – 200 колоний. Возраст экспозиции №1 составляет 3 месяца с момента посадки, экспозиции №2 – 9 месяцев. По истечению данных сроков обе экспозиции с населяющей их симбиотической фауной были подняты с использованием водолазного снаряжения, зафиксированы 70% раствором этилового спирта и изучены в лабораторных условиях. Определялись следующие параметры симбиотических крабов: экстенсивность заселения, пол, количество и наличие эмбрионов у самок, характер размещения по колониям. Обработка данных производилась в программах Microsoft Excel 2010 и STATISTICA, подсчёт эмбрионов – в программе Count Things from Photos.

На экспозиции №1 особи *T. serenei* населяют 18% колоний. Экспозиция №1 характеризуется преобладанием самцов - обнаружены 21 самец и 4 самки (доля самцов и самок составляет 47,7 и 9% соответственно). Также обнаружено большое количество молодых особей (43,2%). Наиболее частый тип размещения на экспозиции №1 - одиночный самец. В парах состоят 9,1% особей *T. serenei*. Найдено 2 самки *T. serenei* с эмбрионами (плодовитость 2 и 622 эмбриона).

На экспозиции №2 значительно вырастает численность особей *T. serenei*. Особи *T. serenei* обнаружены на 85% колоний (191 самец, 81 самка, 112 молодых особей). Доля самок *T. serenei* значительно больше, чем на экспозиции №1 (21,1% от общего числа особей данного вида). Вырастает число пар (доля особей *T. serenei* в парах – 35,4%). Доля самок *T. serenei* с эмбрионами резко увеличивается (38,3%, 31 самка, средняя плодовитость 375 ± 567 эмбриона).

Различия между популяциями на двух экспозициях позволяют говорить о специализированной стратегии заселения новых биотопов (медленное освоение нового биотопа, переход к стадии активного размножения по мере роста коралловых колоний).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, грант № 22-24-00836.

**ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA: CLADOCERA)
НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ МОСКВЫ**

К.Ю. Митяева^{1,2}, А.Н. Неретина², П.Г. Гарибян², А.Б. Петровский², А.А. Котов²

¹ Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение «Московская школа на Юго-Западе № 1543», 119571 Москва, ул. 26-ти Бакинских Комиссаров, д.3 к.5
e-mail: kris.mityaeva.2006@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33

Первый список ветвистоусых ракообразных (Crustacea: Cladocera) Москвы и ее окрестностей составил в 1874 г. М.Ю. Поггенполь. Однако до сих пор не было предпринято никаких попыток систематизировать разрозненные данные по особенностям видового состава кладоцер этого мегаполиса. Поразительным является и то, что ветвистоусые ракообразные, населяющие естественные и искусственные водоемы города Москвы, впоследствии крайне редко становились объектом специальных фаунистических и экологических исследований, которые были бы опубликованы и доступны для дальнейшего анализа. В связи с этим, цель нашей работы – исследовать состав и структуру сообществ ветвистоусых ракообразных в малых водоемах, расположенных на территории Москвы.

Материалом для данной работы послужили 169 проб, отобранных по стандартной методике в 2021 и 2023 гг. из прудов, ручьев и озер, расположенных на территории старой Москвы. На месте сбора пробы фиксировали 96% этиловым спиртом и далее обрабатывали в лаборатории под стереомикроскопом Olympus SZX2-ZB10 (Olympus Corporation, Япония), прямым оптическим микроскопом Olympus BX41 (Olympus Corporation, Япония) и растровым электронным микроскопом TESCAN MIRA 3 LMN (TESCAN, Чехия). Всех представителей Cladocera определяли до вида, группы видов или до уровня рода (в случае принадлежности к сложной группе) по монографиям и специальным статьям. Обработка данных осуществлялась в программах Microsoft Access 2007, Microsoft Excel 2007, EstimateS 9.1. Для определения взаимной приуроченности видов был использован специальный пакет программ с использованием функции биномиального и гипергеометрического распределения (в рамках R-программирования), разработанный Д.Г. Селезевым.

В ходе микроскопической обработки материала в 113 малых водоемах Москвы нами было выявлено 45 видов кладоцер, принадлежащих к 23 родам. Наибольшее число видов кладоцер (16 видов) было отмечено нами в Среднем Кировоградском пруду, входящим в состав каскада Кировоградских прудов. По 15 видов ветвистоусых ракообразных было обнаружено в пруду без названия, расположенном в Природно-историческом парке «Битцевский лес» на территории Битцевского лесопарка и Очаковских прудах (Парк Школьников). В 18 прудах отмечено от 10 до 14 видов, и в 92 водоемах было отмечено 9 и менее видов. По результатам оценки полноты выявления видового состава кладоцер при помощи непараметрических методов экстраполяции видового богатства на основе матрицы встречаемости видов в пробах показано, что видовой состав кладоцер выявлен нами достаточно полно. «Недолов» составляет около 5 видов и в дальнейшем может быть компенсирован более масштабным сбором проб.

В составе фауны кладоцер исследованной территории по числу видов лидируют семейства Chydoridae и Daphniidae, ведущие преимущественно бентосно-фитофильный и планктонный образ жизни. Среди выявленных таксонов преобладают эвритермные эврибионтные виды, являющиеся широко распространенными в водоемах России и сопредельных территорий. Для исследованных водоемов характерен олигодоминантный комплекс видов, в который входит всего два таксона *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776) и *Bosmina (Bosmina) longirostris* (O. F. Müller, 1776)). На уровне локальных фаунистических ассоциаций присутствие в водоемах *Daphnia (Daphnia) curvirostris* Eylmann, 1887, *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus, 1820, *Ceriodaphnia laticaudata* P.E. Müller, 1867 и *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Müller, 1785) свидетельствует о высокой антропогенной нагрузке.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ (проект № 23-14-00128).

**РАКООБРАЗНЫЕ ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ В ШЛЮЗАХ ВОЛГО-ДОНСКОГО
СУДОХОДНОГО КАНАЛА ИМЕНИ В.И. ЛЕНИНА**

О.В. Мухортова¹, А.С. Семенова^{1,2}, Н.Г. Тарасова¹

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Россия 152743 Ярославская обл.,
Некоузский р-н, п. Борок

² Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), 236022, г. Калининград,
ул. Дмитрия Донского, дом 5
e-mail: muhortova-o@mail.ru, a.s.semenowa@mail.ru

Основное назначение Волго-Донского судоходного канала (ВДСК) – обеспечение связи между двумя крупнейшими реками – Волгой и Доном, а через них с Азовским, Черным и Каспийским морями, и систему каналов с Балтийским, и Белым морем. Соединение пяти морей в единую систему способствует расширению возможностей биологических инвазий в различных направлениях. Это приводит к изменениям состава и структуры сообществ планктонных организмов. На сегодняшний день работы по изучению планктонных сообществ в каналах разного типа немногочисленны. Целью работы было изучение состава, количественного развития и показателей смертности ракообразных видов-вселенцев ВДСК в связи с абиотическими и биотическими факторами. Материал для исследований получен в ходе комплексной экспедиции Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН на судне «Академик Топчиев» в конце августа 2023 г. Пробы были отобраны в особых условиях работы шлюзовых камер (всего 13 камер), связанных с постоянным наполнением и попусками воды. По характеру и рельефу местности канал делится на два участка: Волжский склон (Волжские шлюзы) и Донской склон (Донские шлюзы).

Всего в составе зоопланктона шлюзов ВДСК было выявлено 100 видов (Rotifera - 51, Cladocera - 31, Copepoda - 18: Cyclopoida - 15, Calanoida - 3). В составе планктонного сообщества присутствовали, в основном, представители «южного» комплекса инвазийных видов, которые входили в ранг доминантов в некоторых шлюзах ВДСК. Из ракообразных в шлюзах регистрировались виды следующих фаунистических комплексов, из понто-каспийского: *Heterocope caspia* Sars G.O., 1897, *Eurytemora caspica* Sukhikh & Alekseev, 2013, *Cercopagis (Cercopagis) pengoi* (Ostroumov, 1891), *Cornigerius maeoticus* (Pengo, 1879) и *Podonevadne trigona ovum* (Zernov, 1901), из средиземноморского: *Calanipeda aquaedulcis* Krichagin, 1873, из восточно-азиатского: *Thermocyclops taihokuensis* Harada, 1931, из американского: *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893), также отмечены виды с неопределённым статусом вселения - *Moina cf. micrura* Kurz, 1875 и *Diaphanosoma orghidani* Negrea, 1982. Максимального обилия достигали виды *T. taihokuensis* (более 25 тыс. экз./м³, в шлюзах № 1-13), *P. trigona ovum* (21 тыс. экз./м³, в шлюзах № 3-6) и *M. cf. micrura* (более 19 тыс. экз./м³, в шлюзах с № 10-13).

Для оценки состояния популяций видов-вселенцев использовали соотношение мертвых и живых особей (по численности). Мертвые особи были встречены в популяциях 31 вида зоопланктона, включая массовые и единичные. Доля мертвых особей изменялась в популяциях разных видов ракообразных в широких пределах. Для *Daphnia galeata* G. O. Sars, 1864 (15-100%) доля мертвых особей была выше в Волжских шлюзах, тогда как для *Bosmina (Bosmina) longirostris* (O.F. Müller, 1785) (20-23%) и *M. cf. micrura* (9-25%) – в Донских шлюзах. Доля мертвых особей для *D. orghidani* достаточно высока в среднем 13-14% от численности на протяжении всего ВДСК, а для *P. trigona ovum*, *C. aquaedulcis* и *T. taihokuensis* доля мертвых, напротив, была низкой и в среднем не превышала 1-4%. Отмечались только живые особи *C. pengoi*, *E. caspica*, *H. caspia*. Также были найдены две особи *C. maeoticus maeoticus*, которые были уже мертвы. В среднем для всех групп (Rotifera, Cladocera, Copepoda) отмечено возрастание доли мертвых особей в Донских шлюзах, наиболее ярко оно было выражено для Cladocera. Cladocera в целом были менее жизнеспособны в условиях ВДСК, по сравнению с Copepoda. То же самое наблюдалось и для видов-вселенцев - в условиях активного гидродинамического перемешивания и массового развития потенциально токсичных видов фитопланктона доля мертвых особей для Cladocera была значительно выше (25% - для Cladocera, против 10% - у Copepoda). Однако, численность их достаточно велика, что позволяет им даже при высокой смертности входить в состав доминирующего комплекса видов и осваивать новые местообитания. Многие особи видов-вселенцев находилась в активном репродуктивном состоянии и имели высокую плодовитость.

ПЕРВИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК В ИЗУЧЕНИИ БАЙКАЛЬСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ АМФИПОД

А.А. Назарова, С.С. Седова, В.К. Помазкин, А.Н. Гурков, Ж.М. Шатилина, М.А. Тимофеев

НИИ биологии Иркутского государственного университета, г. Иркутск
e-mail: annazarova1995@gmail.com

Эндемичные байкальские амфиподы (Amphipoda, Crustacea) отличаются значительным морфологическим и экологическим разнообразием и демонстрируют существенные различия в адаптациях к стрессовым воздействиям по сравнению с голарктическими видами амфипод. Клеточные культуры — это важный инструмент изучения молекулярных основ функционирования любого многоклеточного организма, который может быть использован как модель для различных целей в экофизиологических исследованиях. В частности, первичные культуры клеток позволяют изучить особенности ответных реакций разных тканей на различные факторы среды, а также то, какую роль эти особенности играют в адаптивности всего организма. Целью данной работы является исследование влияния на байкальских эндемичных и голарктических амфипод на клеточном уровне трёх потенциально негативных факторов: повышенной температуры, апконверсионных частиц и паразитических пиявок.

На первом этапе работы были подобраны протоколы выделения и содержания гемоцитов и клеток гепатопанкреаса на примере байкальских эндемичных амфипод *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstfeldt, 1858). Отработанные протоколы обеспечивают получение первичных культур с выживаемостью клеток гепатопанкреаса не ниже 80% через сутки содержания, а гемоцитов — не ниже 90%, что позволяет использовать их в дальнейшей работе *in vitro*.

Известно, что байкальский *E. verrucosus* в отличие от голарктического вида *Gammarus lacustris* Sars, 1863 не впадает в гибернацию в зимний период и предпочитаемые температуры *E. verrucosus* существенно ниже. Нами обнаружено, что в период подготовки амфипод *G. lacustris* к гибернации происходит снижение выживаемости клеток гепатопанкреаса при повышении температуры от 6°C до 18°C на 1°C в сутки. При этом выживаемость целого организма также падает, тогда как выживаемость гемоцитов не снижается. Напротив, холодолюбивый *E. verrucosus* в осенний период демонстрировал высокую выживаемость при повышении температуры, как и клетки его отдельных тканей. Таким образом, с использованием первичных культур клеток нам удалось обнаружить различия в тканевой чувствительности к повышенным температурам у байкальского *E. verrucosus* и голарктического *G. lacustris*.

Апконверсионные частицы — это содержащие ионы лантаноидов нано- и микроразмерные частицы, видимая люминесценция которых возбуждается инфракрасным излучением определённой длины волны. Данные частицы могут быть использованы при введении в организм животных для решения множества задач, в том числе для подготовки имплантируемых оптических микросенсоров, отслеживающих физиологические параметры в реальном времени. Однако из-за высокого содержания лантаноидов апконверсионные частицы могут обладать токсичностью для определённых групп животных, и возможные последствия их введения в организм ракообразных ранее не были проверены. С помощью первичных культур гемоцитов нами установлено, что апконверсионные частицы не обладают цитотоксичностью для *E. verrucosus*, что говорит о возможности применения данного материала для амфипод.

Симбиоз байкальских пиявок и амфипод является единственным известным случаем паразитизма пиявок на амфиподах в целом. Известно, что пиявки способны со слюной выделять в организм хозяина вещества, модулирующие интенсивность его иммунного ответа. В данной работе мы использовали первичную культуру гемоцитов, т.е. основных иммунных клеток, *E. verrucosus* чтобы оценить наличие подобных эффектов у слюны пиявок *Baicalobdella torquata* (Grube, 1871). Полученные результаты показывают, что заражённость данным видом пиявок не влияет на скорость распознавания модельных чужеродных объектов гемоцитами амфипод в первичной культуре.

Таким образом, в работе был апробирован инструмент, с помощью которого может быть оценена клеточная иммунная реакция, цитотоксичность разнообразных веществ и тканевая специфичность в чувствительности к различным условиям среды для байкальских эндемичных и других видов амфипод.

Исследование проведено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-14-00165.

CLADOCERA В СОВРЕМЕННОМ ЗООПЛАНКТОНЕ И В РЕЦЕНТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕР ДЕЛЬТЫ ПЕЧОРЫ (НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

Н.М. Нигматуллин¹, Г.Р. Нигаматзянова¹, Э.А. Валиева¹, Л.А. Фролова^{1,2}

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Республика Татарстан,
г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.

² Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирская обл.,
Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 17.
e-mail: NiMNigmatullin@kpfu.ru

В ходе комплексной гидробиологической и палеоэкологической экспедиции на территории дельты реки Печоры в 2017-2020 годах были отобраны образцы поверхностных донных отложений 48 озер и 62 образца зоопланктона из озер и водотоков дельты реки. В общей сложности были идентифицированы 54 таксона ветвистоусых ракообразных из современного зоопланктона и рецентных остатков. Эти два метода взаимно дополняют друг друга при исследовании данной группы организмов.

В проанализированных образцах поверхностных донных отложений озер дельты Печоры был идентифицирован 41 таксон ветвистоусых ракообразных, принадлежащих к 8 семействам, среди которых по обилию видов лидирует семейство Chydoridae (68% от общего числа видов). По количеству обнаруженных экзоскелетных остатков доминирует семейство Bosminidae. По численности в водоемах доминировала *Bosmina (Eubosmina) longispina* (44,43% от общего количества обнаруженных экземпляров), типичный холодноводный вид, характерный для северных регионов России (Котов и др., 2010). Роль субдоминанта принадлежала широко распространенному таксону *Chydorus* cf. *sphaericus* (28,36%), тяготеющему к прибрежным местообитаниям. Второстепенную роль в сообществах выполняли такие прибрежные таксоны, как *Alonella nana* (4,48%) и *Biapertura affinis* (3,65%). Среди редких таксонов можно отметить *Phreatolona protzi* и *Rhynchotalona latens*, впервые обнаруженных в данном регионе России. Нужно подчеркнуть, что они были зафиксированы исключительно в образцах донных отложений. По экологической характеристике преобладали прибрежные таксоны (78% от обнаруженного количества таксонов). Всего 22% таксонов были отнесены к планктонной группе ветвистоусых ракообразных.

В исследованных зоопланктонных сообществах было идентифицировано 42 таксона Cladocera, которые принадлежали к 10 семействам. Семейства Chydoridae (50%) и Daphniidae (21%) имели максимальное количество таксонов среди ветвистоусых ракообразных, остальные были представлены в меньшем количестве. Наибольшая численность принадлежала *C.* cf. *sphaericus* (49,88%) и *B. (E.) longispina* (24,48%). Второстепенную роль в сообществе играли следующие таксоны: *Graptoleberis testudinaria* (8,34%), *Bosmina (Eubosmina) coregoni* (7,99%), *Daphnia cristata* (6,17%), *Ceriodaphnia quadrangula* (4,68%), *Acroperus harpae* (4,18%) и ювенильные стадии ветвистоусых ракообразных (3,78%). 64% обнаруженных таксонов были отнесены к литоральной группе, а 36% к планктонной группе.

Таким образом, наиболее распространенными и многочисленными таксонами как в зоопланктоне, так и в донных отложениях являлись *B. (E.) longispina* и *C.* cf. *sphaericus*. В донных отложениях были обнаружены таксоны, которые не отмечены в зоопланктоне, в том числе и весьма редкие виды (*Phreatolona protzi*, *Rhynchotalona lateens*). Но также не все планктонные рачки сохраняются в донных осадках. Например, представители семейства Daphniidae, которые довольно разнообразно были представлены в зоопланктоне, плохо были представлены в донных отложениях из-за легко разрушаемых тонких экзоскелетных структур.

Анализ субфоссильных Cladocera проведен в рамках проекта РНФ 24-17-00192. Результаты исследований были использованы при создании баз данных биоиндикаторов в рамках государственного задания КФУ №671-2020-0049 в сфере научной деятельности.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТАФОЦЕНОЗОВ CLADOCERA ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БАЛХАШ (КАЗАХСТАН)

Н.М. Нигматуллин¹, А.Г. Ибрагимова^{1,2}, Г.Р. Нигаматзянова^{1,3}, Д.К. Нургалиев¹, Л.А. Фролова^{1,3}

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, ул. Кремлевская 18, 420008

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, РАН,
г. Москва, Ленинский проспект д. 33, 119071

³ Институт археологии и этнографии СО РАН, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева 17, 630090
e-mail: niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru , ais5_ibragimova@mail.ru , gurnigamatzyanova@kpfu.ru ,
larissa.frolova@kpfu.ru

Исследование колонки донных отложений из озера Балхаш длиной 122 см выявило относительно высокое таксономическое богатство сообществ субфоссильных Cladocera. Всего было идентифицировано 33 таксона ветвистоусых ракообразных, принадлежащих к 5 семействам (Chydoridae – 82%, Bosminidae – 6%, Daphniidae – 6%, Eurycercidae – 3%, Sididae – 3%). Основное количество обнаруженных остатков было распределено между тремя субдоминантами: *Alona quadrangularis* (26,61%), *Monospilus dispar* (23,94%) и *Disparalona rostrata* (20,50%). Кроме того, были выделены второстепенные таксоны в сообществе, такие как *Biapertura affinis* (8,44%), *Chydorus* cf. *sphaericus* (6,22%), *Alona guttata* / *Coronatella rectangula* (8,78%), *Leydigia acanthocercoides* (4,39%). Анализ биотопической принадлежности представителей группы Cladocera в донных отложениях озера Балхаш показал абсолютное доминирование литорально-фитофильных таксонов. Лишь 12% таксонов являются пелагическими формами ветвистоусых ракообразных, среди которых относительно высокое количество остатков принадлежало двум представителям рода *Bosmina*. По зоогеографической характеристике в сообществе ветвистоусых ракообразных преобладали палеарктические таксоны (59%), представители зоны Голарктики обнаружены в меньших количествах (26%). По индексу видового разнообразия Шеннона-Уивера можно говорить о достаточной сложной и выравненной структуре сообщества Cladocera. Значения индекса менялись в разных образцах от 2,46 бит/экз. до 3,09 бит/экз., со средним показателем $2,83 \pm 0,08$ бит/экз. Для характеристики сапробного статуса водоема использовался индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека, значения которого менялись в пределах от 1,31 до 1,44, при среднем показателе $1,36 \pm 0,01$. Озеро оставалось олигосапробным на протяжении всего исследованного периода осадконакопления.

Исследование выполнено при поддержке РНФ (проект № 22-47-08001).

УДИВИТЕЛЬНО БОГАТАЯ ФАУНА ВЕСЛОНОГИХ РАКОВ (СОРЕРОДА) ЯКУТИИ

А.А. Новиков¹, Д.Н. Шарафутдинова¹, Е.С. Чертопруд², Е.Н. Абрамова³

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Кремлевская 18, 420008
e-mail: aleksandr-novikov-2011@list.ru

² Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук,
Москва, Ленинский проспект, 33, 119071

³ Усть-Ленский государственный природный заповедник, Тикси, ул. Ак. Федорова 28, 678400

Долгое время фауне веслоногих раков Арктики уделялось недостаточное внимание. Однако, на протяжении последних нескольких лет в результате активных исследований стало ясно, что разнообразие копепод особенно Северной Сибири сильно недооценено.

Материал был собран в 2018-2022 годах на территории дельты реки Лены, в материковой тундре в окрестностях поселка Тикси, а также в водоемах рядом с Леной на протяжении от Якутска до дельты. В результате было обнаружено 118 видов пресноводных и солоноватоводных Сорерода. Среди них найдено более 20 новых для науки видов, среди них *Bryocamptus abramovae*, *B. putoranus*, *Canthocamptus waldemarschneideri*, *Maraenobiotus supermario*, *Moraria harbei*, а также ряд еще неописанных таксонов из родов *Acanthocyclops*, *Diacyclops*, *Eucyclops* и других.

Особенно высоким разнообразием отличается семейство Canthocamptidae. В изученном регионе найден 31 вид из этого семейства. Для сравнения во всей Европейской части России (без Кавказа) было отмечено около 25 видов. Характерной особенностью фауны копепод Якутии является присутствие видов, описанных в Северной Америке. Основная часть видов имеет циркумполярный или бореальный палеарктический ареалы. Но ряд видов имеет «берингийское» происхождение, среди них *Diacyclops haueri*, *Bryocamptus umiatensis*, *Gulcamptus laurentiacus*, *Pesceus reductus*, *P. reggiae*. По всей видимости это виды, которые обитали на древнем участке суши Берингии, соединявшей Азию и Америку.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ 23-24-00054.

РАКООБРАЗНЫЕ ВОДОЁМОВ ШАНТАРСКИХ ОСТРОВОВ: ВЛИЯНИЕ ОСТРОВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ И ГРАДИЕНТА СОЛЕННОСТИ НА СОСТАВ И СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ

А.А. Новичкова¹, Е.С. Чертопруд², Р.Р. Борисов³, Л.В. Воробьева³

¹ Биологический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Ленинские Горы, 1, стр. 12, 119234

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (ИПЭЭ РАН),
Москва, Ленинский проспект, 33, 119071

³ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Окружной проезд, 19, 105187
e-mail: anna.hydro@gmail.com

Работа является первой структурированной попыткой проанализировать видовой состав и распределение пресноводных беспозвоночных в озерах, ручьях и реках Шантарских островов и сравнить разнообразие гидробионтов архипелага и континентальной части Хабаровского края. В результате исследований, проведенных в августе 2022 г., в водоемах островов и прилегающих континентальных районов выявлено 28 видов Cladocera, 48 Copepoda, а также 8 представителей различных отрядов Malacostraca. Фауна Шантарских островов представлена преимущественно видами с широким палеарктическим, голарктическим и космополитическим ареалом. Распространение около 7% фауны микроракообразных ограничено арктической зоной Евразии, и столько же видов характерно для Восточной Сибири и Дальнего Востока, только три солоноватоводных вида имеют берингийский тип распространения.

Особый интерес представляло уникальное солоноватое озеро Большое, являющееся продолжением эстуария реки и соединенное с Охотским морем каналом. Вдоль трансекты, совпадающей с градиентом солености, в озере был отобран ряд проб. Для различных групп гидробионтов наблюдаются разные закономерности изменчивости видового богатства, численности и структуры сообщества. Так, зоопланктон не демонстрирует линейных трендов интегральных характеристик: его численность скачкообразно меняется, достигая максимума при солености 3,1‰, связанной с фронтальной зоной смешения речных и солоноватых вод. Солоноватоводная мизиды *Neomysis awatchensis* была отмечена на всей акватории озера. Среди каланоид вид *Eurytemora composita*, встречался только в наиболее удаленной от моря и опресненной части озера, на более соленых участках был замещен *E. affinis*. Ледниковый реликт *Limnocalanus macrurus* обилие в центральной части озера и отсутствует в районе максимальной и минимальной солености. Численность вида *Acartia clausi* постепенно возрастает с порогового значения 7‰. Структура зоопланктонного сообщества свидетельствует о нестабильности гидрохимического состава озера как в летний сезон, так и в течение года. Мейобентос демонстрирует тенденцию, характерную для эстуарной мейофауны, причем наибольшее разнообразие ограничено соленостью 21‰, где в изобилии представлены морские виды. В опресненной части озера доминируют типичные солоноватоводные виды *Mesochra rapiens* и *Onychocamptus mohammed*, затем в средней части встречаются *Nitokra spinipes*, *Halectinosoma curticorne* и *Microarthridion littorale*. В нижней приморской части встречается еще несколько солоноватоводных и морских видов. Характеристики макрозообентоса, который также был включен в комплексный анализ, постепенно увеличиваются с ростом солености, с резким изменением структуры доминирования на критическом пороге солености около 7‰, где личинки амфибиотических насекомых заменяются амфиподами (*Dogielinotus*, *Eogammarus* и *Kamaka*), обильными в более соленой части озера. В целом, сообщества зоопланктона и бентоса континентальных и островных пресноводных озер мало отличаются по структуре сообществ, солоноватоводные сообщества, напротив, явно отличаются по составу.

При сравнении фауны водоемов Шантар с фауной водоемов в континентальных регионах, расположенных южнее, наблюдается плавное снижение видового богатства с юга на север. При этом видовое богатство Cladocera снижается сильнее, а колебания в количестве видов Copepoda могут быть обусловлены стохастическими причинами. Доля эврибионтных видов ракообразных с широким распространением постепенно уменьшается в фаунах по мере продвижения от северных регионов к южным районам Дальнего Востока. Данные по фауне Шантарских островов подтверждают широтный диапазон этих закономерностей, описанных ранее для дальневосточных пресноводных фаун Cladocera и Copepoda.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-24-00054.

**ДИНАМИКА ТАФОЦЕНОЗА КЛАДОЦЕР ОЗЕРА МОТЫКИНО
(ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ, ДАРВИНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК) В ГОЛОЦЕНЕ**

Ю.А. Пастухова¹, А.Н. Цыганов¹, Д.О. Садоков², Н.Г. Мазей¹, Ю.А. Мазей¹

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

e-mail: yuliya.pastukhova.98@mail.ru

² Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне, Шэньчжэнь, Китай

Для понимания закономерностей долгосрочной динамики водных экосистем в условиях глобальных изменений климата и увеличивающегося антропогенного воздействия необходимы многолетние данные. Одним из наиболее важных источников подобной информации являются палеоэкологические реконструкции, которые с использованием физико-химических и биологических индикаторов, сохраняющихся в отложениях донных водоемов и торфяных отложениях болот, позволяют восстановить динамику экосистем и окружающей среды в прошлом (Chambers et al., 2012). Одним из обильных и чувствительных к изменениям условий среды их обитания индикаторов являются тафоценозы планктонных ветвистоусых ракообразных (Cladocera), которые откладываются в донных осадках озер. Целью настоящей работы явился анализ динамики тафоценоза кладоцер озера Мотыкино (Вологодская область) в голоцене.

Озеро Мотыкино расположено на севере Восточно-Европейской равнины (Вологодская область, Дарвинский государственный природный биосферный заповедник) в центральной части Молого-Шекснинской низменности (58.550895° N, 37.613226° E). Площадь водного зеркала озера 0,023 км², глубина 3,8 м. В марте 2022 г. в озере Мотыкино со льда полуцилиндрическим буром с длиной пробоотборника 1 м отобрано три керна общей мощностью отложений 236 см. Керны разрезали на последовательные образцы толщиной 2 см. Тафоценоз кладоцер анализировали с разрешением 6 см.

Нижняя часть отобранной колонки донных отложений озера Мотыкина (236–187 см глубины) представлена сапропелевидным торфом. Затем на глубине 190–187 см отмечен переходный горизонт (органогенный алевропелит) к органогенным илам, которые формируют верхние 187 см.

Всего идентифицирован 21 таксон Cladocera, принадлежащих к четырем семействам (Bosminidae, Chydoridae, Eurycercidae и Sididae). Тафоценоз кладоцер на ранних стадиях развития озера (236–185 см) был малочислен и вначале представлен придонным видом *Alona quadrangularis* (O.F. Müller, 1875) и эвритопной группой видов *Chydorus sphaericus* (O. F. Muller, 1776). Начиная с глубины 220 см в составе сообщества появляется фитофильный вид *Acroperus harpae* (Baird, 1835). Результаты кладоцерного анализа могут свидетельствовать об олиготрофных условиях в этот период. Данные рентгено-флуоресцентного анализа говорят о том, что в это время преобладала минерогенная аккумуляция преимущественно аллохтонного вещества, о чем свидетельствуют высокие концентрации Ti и Fe. Начиная с глубины 185 см, остатки кладоцер в отложениях становятся более обильными с двумя эпизодами резкого снижения числа остатков ветвистоусых ракообразных на глубинах 160 и 142 см. Тафоценозы кладоцер в отложениях этих глубин характеризовались повышением доли таких видов, как *Graptoleberis testudinaria* (Fischer, 1851) и *Sida crystallina* (O.F. Müller, 1776), и снижением доли видов ранее доминирующего комплекса (*A. quadrangularis*, *Ch. sphaericus* и *A. harpae*). Возможно, эти периоды связаны с повышением температуры и снижением уровня водоема. Начиная с глубины 112 см, появляется ацидофильный вид *Alonella excisa* (Fischer, 1854), что может свидетельствовать о небольшом закислении вод озера. В верхней части отложений (последние 12 см) повышается доля пелагического вида *Bosmina coregoni* (Baird, 1857) (10–15%). Это может указывать на повышение уровня вод водоема.

Видовой состав и соотношение видов кладоцер в озере Мотыкино динамично меняются в течение голоцена. Интерпретация динамики тафоценозов кладоцер в контексте комплексного палеоэкологического анализа может повысить точность реконструкции динамики озерной экосистемы в течение голоцена.

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА СОСТАВ СООБЩЕСТВ РАКООБРАЗНЫХ-СИМБИОНТОВ
КОРАЛЛА *Pocillopora verrucosa***

Р.А. Петроченко¹, Ф.В. Лищенко^{1,2}, Ю.А. Бурмистрова¹, Т.А. Бритаев¹

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова Российской академии наук,
119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33*

² *Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр,
приморское отделение, 30, ул. Нгуен Тхьен Тхуат, г. Нячанг, Кхань Хоа. Вьетнам
e-mail: petrochenko.roman.2017@post.bio.msu.ru*

Коралловые сообщества обладают огромным биоразнообразием симбионтов. На структуру и устойчивость симбиотического сообщества влияют различные факторы. Некоторые из них исследованы лучше других. Например, влияние объёма колоний изучено весьма подробно, тогда как влияние возраста и плотности посадки колоний остаются малоисследованным. Бличинг или обесцвечивание колоний кораллов – один из важнейших факторов, негативно влияющих на состояние коралловых сообществ в целом и, в частности, на популяции облигатных симбионтов (Stella et al., 2011a). Однако, полученные ранее результаты относятся к воздействию катастрофического бличинга, тогда как влияние сезонного (регулярного) бличинга на симбионтов не исследовано. Малоисследованным остаётся также влияние частичной смертности колоний.

Целью работы было экспериментальное исследование плотности поселения кораллов, возраста колоний, бличинга и мёртвых участков на структуру симбиотических сообществ коралла *Pocillopora verrucosa* Ellis & Solander, 1786.

Эксперимент проводился с апреля 2020 по апрель 2021 года во Вьетнаме, в бухте Дам Бай, г. Нячанг. 200 фрагментов колоний коралла были высажены на металлические рамки с разной плотностью. Через 3 месяца экспозиции все макросимбионты были собраны, зафиксированы в 70% этаноле, идентифицированы и подсчитаны. Колонии были снова помещены на рамки для экспозиции 9 месяцев. Для оценки бличинга дважды в месяц оценивали окраску каждой колонии по 6-бальной шкале Сибека (Siebeck et al., 2006). Наличие мёртвых участков определялось визуально. Для оценки влияния факторов среды на видовое богатство и обилие симбионтов использовались обобщённые линейные модели. Статистический анализ осуществлялся в программе Statistica 13.

Уже спустя 3 месяца экспозиции колонии населяли 63 вида животных. Из них 19 – облигатные симбионты, представленные в основном крабами (*Trapezia*, *Cymo*) и креветками (*Harpiliopsis*, *Alpheus*). После 9 месяцев экспозиции разнообразие фауны компонентных сообществ увеличивается, а разнообразие облигатных симбионтов превышает известное ранее в других районах Мирового океана (всего 85 видов, из которых 21 – облигатные симбионты). В обоих случаях наиболее многочисленной и разнообразной группой были ракообразные. С увеличением экспозиции и плотности посадки кораллов видовое богатство и обилие симбионтов возрастают.

За время исследования были отмечены колонии с частичным бличингом – от 2 до 4 баллов по шкале Сибека. Согласно результатам тестов, бличинг не оказал статистически значимого влияния на видовое богатство и обилие симбионтов. Вероятно, это обусловлено степенью его развития: отмеченный уровень бличинга ниже летального для кораллов уровня в 1 балл и не оказывает существенного влияния на смертность кораллов. В то же время, частичная смертность колоний положительно повлияла на видовое богатство и обилие неспециализированной фауны.

Исследование/проект выполнен при поддержке гранта РНФ 22-24-00836.

**ШМЕЙЛЕВСКИЙ ОРГАН У DIAPTOMIDAE (CRUSTACEA: CALANOIDA):
МОРФОЛОГИЯ И ВСТРЕЧАЕМОСТЬ**

В.Н. Подшивалина^{1,2}, Н.Г. Шевелева³

¹ Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,
Московский пр-т, 15, Чебоксары 428015, Россия
e-mail: verde@mail.ru

² Государственный природный заповедник «Присурский», пос. Лесной, 9, Чебоксары 428034, Россия

³ Лимнологический институт СО РАН, ул. Улан-Баторская, 3, Иркутск, 664033, Россия
e-mail: shevn@lin.irk.ru

Часто близкородственные виды плохо различимы, в связи с чем постоянно ведется поиск новых дифференциально-диагностических признаков. У ракообразных, как и других беспозвоночных, встречаются органы и структуры, назначение которых не всегда очевидно, однако, имея отличия в строении, представляющие интерес как потенциал для диагностических целей. Так, у некоторых представителей подсемейства Diaptominae на второй паре плавательных конечностей у самок второй членик эндоподита имеет так называемый шмейлевский орган (ШО) – характерный кутикулярный вырост на дорзальной поверхности (Schmeil, 1896). Целью работы было изучить строение шмейлевского органа у разных представителей семейства Diaptomidae и рассмотреть некоторые его характеристики в качестве диагностических признаков, которые можно использовать при определении видов.

При помощи СЭМ были проведены исследования 25 видов из родов *Diaptomus*, *Eudiaptomus*, *Acanthodiaptomus*, *Hesperodiaptomus*, *Nordodiaptomus*, *Neutrodiaptomus*, *Arctodiaptomus*, *Hemidiaptomus* и др.

Хотя форма шмейлевского органа может варьировать у особей одного вида (Schmeil, 1896), она, как показали проведенные морфологические исследования, имеет характерные для вида общие очертания, напоминающие треугольник или складку. Треугольник может быть с острым углом (например, у *A. bacillifer* (Koelbel, 1885), *A. niethammeri* (Mann, 1940)), с округлым углом (например, у *A. pacificus* (Burckhardt, 1913), *A. salinus* (Daday, 1885)) или с изогнутым (например, у *A. byzanthinus* Mann, 1940). Шмейлевский орган в виде полукруглой складки с широким основанием встречается реже. Складка может быть продольной или поперечной, более или менее глубокой.

Кроме того, наличие или отсутствие этого образования – характерный видовой признак. Так, для рода *Hemidiaptomus* указывается отсутствие ШО для всех видов (Боруцкий и др., 1991). Согласно нашим наблюдениям, эта структура имеется у *H. ignatovi* Sars G.O., 1903, в виде небольшой складочки, и действительно отсутствует у *H. amblyodon* (Marenzeller, 1873) и *H. hungaricus* (Kiefer, 1932). Причем, согласно современным представлениям (Степанова, 2005), два последних вида выделены в отдельный род (ранее подрод) *Gigantodiaptomus* Kiefer, 1932 и объединяющий их признак (отсутствие ШО) является подтверждением обоснованности такого выделения.

Таким образом, наличие и форма шмейлевского органа можно и нужно использовать как диагностический признак для целей более точного определения видов семейства Diaptomidae.

**ПЕРВАЯ НАХОДКА ЖАБРОНОГИХ РАЧКОВ *BRANCHINECTA ORIENTALIS* G.O. SARS, 1901
И *BRANCHINELLA SPINOSA* (H. MILNE-EDWARDS, 1840) (BRANCHIOPODA, ANOSTRACA)
В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

Я.С. Пяткова^{1,2}, Д.М. Безматерных², Д.А. Сурков¹

¹ Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), 656056, г. Барнаул, ул. Баварина, 2, оф. 502-513
e-mail: pyatkova-iana@ya.ru, surkov@altai.vniro.ru

² Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038 г. Барнаул, ул. Молодежная, 1
e-mail: bezmater@iwep.ru

Приведены данные о первой достоверной находке *Branchinecta orientalis* G.O. Sars 1901 и *Branchinella spinosa* (син. *Phallocryptus spinosus*) (H. Milne-Edwards, 1840) в озерах Алтайского края. Представлены сведения о систематических морфологических признаках и размерах взрослых особей. Описано географическое расположение водоемов и дана их экологическая характеристика.

В 2022–2023 г. проводили исследования на озерах Большой Сор, Узкое и Улькенкель в весенний, летний и осенний периоды. Сбор материала для данной работы, его фиксирование и этикетирование выполняли по общепринятым методикам и рекомендациям (Руководство..., 1992). Пробы зоопланктона отбирали сетью Джели с диаметром входного отверстия 0,1 м и размером ячеей 64 мкм. Пробы фиксировали 4% раствором формальдегида. Взрослые особи рачков *B. spinosa* и *B. orientalis* найдены в июне. Всего отобрано 57 особей жаброногов. Рачки были идентифицированы по внешнему виду, размерам, строению антеннул и церкопод обоих полов и дополнительно по шиповидным выростам на абдомене самцов *B. spinosa* (Определитель..., 1995; Keys..., 2019). Обработку проб проводили под стереоскопическим микроскопом “Микромед МС-2 ZOOM” (Россия), снабженным окуляр-микрометром. Фотографии были сделаны с помощью видеоокуляра TourCam 10.0 MP. Общую длину взрослых самцов и самок измеряли от переднего края головы до основания фуркальных ветвей.

Branchinecta orientalis – обитатель малых водоемов степной зоны. Этот вид был обнаружен в июле 2022 г. в солоноватом оз. Большой Сор Кулундинского района равнинной части Алтайского края. В 2023 г. эти рачки также были найдены в пробах зоопланктона оз. Улькенкель. Исследуемые водоемы расположены на расстояние 676 м друг от друга. Озера небольшие по площади (Большой Сор – 1,15 км², Улькенкель – 4,12 км²), округлой формы, с пологими берегами и слабоизвилистыми береговыми линиями (Пяткова и др., 2022). Донные осадки оз. Большой Сор – песчано-глинистые, Улькенкель – песчаные. Вода в исследуемых водоемах мутная, зеленоватого цвета, относится к категории солоноватой по Венецианской системе (Китаева, 2007), со щелочной реакцией среды.

В оз. Большое Сор средняя общая длина самцов составила 20,3±1,0 мм и самок 22,2±0,10 мм. В оз. Улькенкель средняя общая длина самцов составила 19,0±0,20 мм и самок 20,1±0,68 мм. Различий между церкоподами самца и самки не обнаружено. Для самцов всех видов рода *Branchinecta* характерны примитивные хватательные антенны вторые, сегменты абдомена на вентральной стороне без мелких зубчиков. Яйцевой мешок в 3 и более раза длиннее своей ширины, а ноги обычно с одним преэпиподитом (Определитель..., 1995). Гонопод с проксимальной лопастью, выступающей за вентролатеральный шип, вершина губы коническая, покрыта тонкими щетинками (Keys..., 2019). Яйцевые мешки самок были пусты или содержали лишь формирующиеся половые продукты.

B. spinosa – обитатель временных соленых водоемов. Этот вид был найден в июне 2023 г. в оз. Узкое Михайловского района. Водоем малый по площади (0,33 км²), вытянутой формы, с пологими берегами и сильноизвилистой береговой линией (Пяткова и др., 2022). Донные осадки озера глинистые с примесью песка и серого ила. Вода в исследуемом водоеме мутная, коричнево-розового оттенка, солоноватая в весенний период и гиперсоленая в летний (Китаева, 2007), со щелочной реакцией среды. Озеро практически пересыхает к концу летнего сезона.

Средняя общая длина самцов *B. spinosa* составила 15,3±0,38 мм и самок 14,7±0,54 мм. Лобный край головы самцов с крупными двураздельным придатками, абдомен самца вооружен крупными парными шиповидными выростами, брюшная сторона абдомена самки без вооружения. Яйцевые мешки самок содержали лишь формирующиеся половые продукты. Отмечен во временных и остаточных водоемах Западной Сибири (Определитель ..., 1995).

**ВИДОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МИКРОРАКООБРАЗНЫХ (CLADOCERA, COPEPODA)
И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ИХ СТРУКТУРУ ФАКТОРЫ СРЕДЫ В ГОРНЫХ ОЗЕРАХ
РЕСПУБЛИКИ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССИИ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

А.Н. Рак¹, П.Г. Гарибян², Л.В. Воробьева³, Е.С. Чертопруд^{1,2}

¹ Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские Горы, 1, ст. 12, 119234
e-mail: rakannabio@ya.ru

² Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук,
Москва, Ленинский проспект, 33, 119071
e-mail: petr.garibyan21@mail.ru, horsax@yandex.ru

³ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, Окружной проезд, 19, 105187
e-mail: vorobjeva.lada@yandex.ru

Крупнейшей горной системой Евразии является Большой Кавказ. Формирование сообществ гидробионтов его горных районов происходит в условиях резких изменений температурного режима, низкой минерализации вод и обедненности кормовой базы. Возникает вопрос: какие факторы среды определяют структуру сообществ водных организмов в такой суровой среде? *Цель исследования:* описать видовое богатство и структуру доминирования пресноводных микроракообразных (Cladocera и Copepoda) в водоемах Урупского района Карачаево-Черкессии и выявить факторы, оказывающих влияние на формирование сообществ.

Методика. Отбор проб зоопланктона и мейобентоса выполнен в сентябре 2023 г. в окрестностях хребта Загедан. Изучены Ацгаринские, Загеданские, Урупские и Имеретинские озера. Для установления влияния фактора высотного градиента и ориентации долины по сторонам света дополнительно в анализ включены пробы из озер Шадхурей, расположенных на равнине у южного подножья горного массива Каледж. Проанализированы 21 количественная проба зоопланктона и 33 количественных пробы мейобентоса. Для каждого водоема определяли GPS-координаты, характер водной растительности, тип грунта, температуру и основные гидрохимические параметры воды. На основании полученных данных было оценено сходство проб и распределений видов индексом Кульчинского с использованием программного обеспечения RStudio. Для определения ключевых факторов среды, определяющих изменчивость сообществ, применен метод регрессионного анализа (DistLM).

Результаты. В изученных водоемах идентифицировано 33 вида ракообразных. Ветвистоусые ракообразные включали 12 видов. Веслоногие ракообразные относились к трем отрядам: Harpacticoida (9 видов), Calanoida (1 вид) и Cyclopoida (11 видов). Кроме того, в пробах были найдены жаброноги (Anostraca) – один вид. Половина (16) найденных видов обнаружены впервые в предгорных и горных водоемах Северного Кавказа на высотах от 800 до 2600 м н.у.м. В планктоне по численности среди Copepoda доминирует *Arctodiaptomus acutilobatus*, а среди Cladocera – *Biapertura affinis* и *Daphnia longispina*. В мейобентосе по численности среди Copepoda доминирует – *Canthocamptus staphylinus*, а среди Cladocera – также *Biapertura affinis*.

Для сообществ мейобентоса основным фактором среды, определяющим состав видовых комплексов, является экспозиция долины по сторонам света (доля объясненной дисперсии 32%). Для сообществ зоопланктона выделены 4 фактора – наличие макрофитов (53%), состав грунта (13,4%), экспозиция долины (9,8%) и минерализация воды (7%). Необходимо отметить, что фактор макрофитов тесно связан с фактором экспозиции долины, поскольку водоемы, расположенные в долинах, открывающихся на север практически лишены растительности. Анализ фаунистического сходства (по индексу Кульчинского) для зоопланктона показывает, что часть водоемов долин с восточной экспозицией, в которых обильны Cladocera значительно отличаются от прочих. Отдельную группу также формируют водоемы равнин, находящихся под антропогенным воздействием. Водоемы северных и западных долин, а также часть водоемов восточных долин с бедной фауной, объединяются в отдельную относительно плотную группу. Для мейобентоса также можно отметить разделение проб из водоемов с разной экспозицией, однако облака точек являются более рыхлыми.

Таким образом, основными факторами среды, определяющими структуру сообществ, являются макрофиты – для зоопланктона и экспозиция долины – для мейобентоса. Присутствие / отсутствие макрофитов в значительной степени коррелирует с экспозицией долины, определяющей ее микроклимат. Это подтверждает тот факт, что в открывающихся на север долинах водная растительность полностью отсутствует.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-14-00128.

**МИКРОРАКООБРАЗНЫЕ НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ
ФГБУ «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК “НЕНЕЦКИЙ”» И ОСТРОВА ВАЙГАЧ
(ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ)**

А.О. Ралдугина¹, А.Н. Неретина¹, П.Г. Гарибян¹, А.Г. Буш¹, А.А. Котов¹, М.Ю. Богомолова²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова Российской академии наук, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33
e-mail: ralduginaarina@yandex.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник
“Ненецкий”», 166002 Нарьян-Мар, ул. Заводская, д. 2

Ненецкий государственный природный заповедник расположен на северо-востоке европейской части России, в Ненецком автономном округе и лежит выше Северного Полярного круга. Территория заповедника охватывает Захарьинский берег Печорской губы, низовья дельты реки Печоры, часть дельты реки Восточная Нерута, острова Гуляевские Кошки, Матвеев, Голец, Долгий, Большой и Малый Зеленцы, а также акваторию Коровинской, Средней и Кузнецкой бухты, часть Болванской бухты, десятикилометровую акваторию вдоль Захарьинского берега и двухкилометровую акваторию вокруг перечисленных островов. Заповедник был создан с целью охраны и изучения малонарушенных экосистем восточноевропейских тундр и прибрежный акваторий Баренцева моря. На территории заповедника проводят исследования флоры и фауны, а также долговременные наблюдения за состоянием популяций редких видов. Одной из наименее изученных групп организмов на территории Ненецкого заповедника являются пресноводные ракообразные (Arthropoda: Crustacea), населяющие малые водоемы. Водные беспозвоночные острова Вайгач также редко становились объектами специальных фаунистических исследований. В связи с этим цель нашей работы – изучить состав и структуру сообществ микроракообразных (Crustacea: Cladocera, Copepoda) некоторых малых водоемов островов Матвеев, Долгий, Голец и Вайгач. Материалом для нашего исследования послужили пробы, отобранные с 2010 по 2023 гг. из различных луж и озер, расположенных на перечисленных островах. Пробы зоопланктона отбирали по стандартной методике при помощи планктонной сети и на месте фиксировали 96% этиловым спиртом. Микроскопическую обработку материала проводили на стереомикроскопе (Leica Microsystems, Германия), прямом оптическом микроскопе Olympus BX41 (Olympus Corporation, Япония) и растровом электронном микроскопе TESCAN MIRA 3 LMN (TESCAN, Чехия). Определение кладоцер и копепод в пробах проводили до уровня вида или (в сложных случаях) до уровня группы видов согласно отечественным и зарубежным определителям, а также специальным статьям.

На данный момент по результатам микроскопической обработки материала нами выявлено 7 видов кладоцер и 10 видов копепод. В составе фауны микроракообразных изученных арктических островов широко представлены представители родов *Chydorus* Leach, 1816; *Daphnia* O.F. Mueller, 1785; *Arctodiaptomus* Kiefer, 1932; *Cyclops* Mueller, 1776; *Eucyclops* Claus, 1893; *Eurytemora* Giesbrecht, 1881; *Heterocope* Sars, 1863; *Limnocalanus* Sars, 1863; *Megacyclops* Kiefer, 1927, причем в количественном отношении в большинстве изученных водоемов копеподы значительно превосходят кладоцер. По эколого-географической приуроченности большинство выявленных таксонов принадлежит к широко распространенным в Европейской части России видам, встречающимся либо в разнотипичных водоемах (например, *Megacyclops viridis* (Jurine, 1820)), либо приуроченным к неглубоким безрыбным водоемам, полностью промерзающим в зимний период (например, *Daphnia* (*Daphnia*) *pulex* Leydig, 1860, *Arctodiaptomus* *dudichi* Kiefer, 1932). Но также нами обнаружены и виды, известные только из Арктики (например, *Heterocope borealis* (Fischer, 1851)). Интересно отметить, что в исследованном материале было найдено два вида рода *Chydorus*: *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776) и *C. belyaevae* Klimovsky & Kotov, 2015, отличимые только по морфологии гамогенетических самок и самцов. Анализ их распределения на изучаемой территории при помощи молекулярно-генетических методов – задача наших будущих исследований.

Работы по определению кладоцер в пробах, выполненные А.Н. Неретиной, были поддержаны грантом РНФ (проект № 22-14-00258).

ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ БАЙКАЛЬСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ И ГОЛАРКТИЧЕСКИХ ВИДОВ АМФИПОД НА ГИПЕРОКСИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Я.А. Ржечицкий, А.А. Дягилева, А.Н. Гурков, М.А. Тимофеев

Иркутский государственный университет, 664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3
e-mail: rzhechitskiy.yar@gmail.com

Одним из ключевых параметров, по которым озеро Байкал выделяется среди других водоёмов, является высокая доступность кислорода по всей глубине озера. В зимнее время в подлёдном слое Байкала концентрация кислорода может превышать 15 мг/л, что соответствует гипероксическим условиям для большинства гидробионтов. Подобные явления известны и для других озёр, однако благодаря большому возрасту Байкала у его обитателей в ходе длительной эволюции могли сформироваться специфические реакции на высокое содержание кислорода в окружающей среде. Данные реакции могли возникнуть, например, у эндемичных амфипод (Amphipoda, Crustacea) — самого разнообразного таксона многоклеточной фауны Байкала, населяющего озеро на всех его глубинах.

Целью данной работы являлось сравнение реакций на гипероксические условия литоральных байкальских видов, сталкивающихся с подлёдным перенасыщением воды кислородом (*Eulimnogammarus cyaneus* (Dybowsky, 1874) и *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstfeldt, 1858)), глубоководного байкальского вида, обитающего при постоянной концентрации кислорода (*Omatogammarus flavus* (Dybowsky, 1874)), а также голарктического вида, населяющего мелкие водоёмы со сравнительно низким содержанием кислорода (*Gammarus lacustris* Sars, 1863).

После предварительной акклимации к лабораторным условиям амфипод помещали в нормоксические условия (~12 мг/л), экологически реалистичные гипероксические условия (~20 мг/л) и максимально достижимые гипероксические условия (~40 мг/л). Оценку частоты дыхательных движений и двигательной активности производили через 1 ч, 5 ч, 1 сутки, 5 суток и 10 суток. Для биохимических анализов животных фиксировали в жидком азоте в те же временные точки, после чего производили измерение стандартных маркеров развития окислительного стресса — содержания продуктов перекисного окисления липидов и активности ферментов антиоксидантной системы.

Все изученные виды продемонстрировали идентичную выживаемость при различных уровнях кислорода. В результате проведённых анализов показано отсутствие реакции изучаемых биохимических маркеров для всех исследуемых видов, что свидетельствует об отсутствии развития окислительного стресса в гипероксических условиях. В то же время, для байкальских амфипод было обнаружено отсутствие снижения частоты дыхательных движений в гипероксических условиях, характерного для большинства ракообразных и голарктического вида *G. lacustris*. Это может свидетельствовать о наличии адаптации байкальских эндемиков к повышенному содержанию кислорода на уровне поведенческой реакции или рецепторов к кислороду.

Исследование поддержано грантом РНФ № 23-14-00165.

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЭНДЕМИЧНЫХ АМФИПОД В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ И РЕКЕ АНГАРЕ

А.Е. Саранчина, Е.П. Шапова, А.Н. Гурков, В.К. Помазкин, М.А. Тимофеев, П.Б. Дроздова

Иркутский государственный университет, 664025, Иркутск, ул. Ленина, д. 3

e-mail: alexandra147801@gmail.com

Бассейн Байкала — точка активного видообразования. Одной из самых богатых видами групп является отряд амфипод, или бокоплавов (Amphipoda, Crustacea). На сегодняшний день насчитывается более 350 морфологических видов и подвидов байкальских амфипод, но результаты исследований, проведенных с помощью молекулярно-генетических методов, позволяют предполагать, что число биологических видов может достигать тысячи. При этом география данных работ практически полностью ограничена Байкалом, в то время как река Ангара (единственный исток озера) почти не изучена. В данной работе мы сравнили генетическое разнообразие широко распространенных видов амфипод: *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstfeldt, 1858), *E. vittatus* (Dybowsky, 1874), *E. marituji* (Bazikalova, 1945) и *Pallasea cancelloides* (Gerstfeldt, 1858) в Ангаре и Байкале.

Отлов животных проводили с помощью гидробиологического сачка на побережьях порта Байкал, поселков Листвянка, Большие Коты и Горячинск, а также Чивыркуйского залива и притока реки Фролиха. Один экземпляр *P. cancelloides* отобран водолазом с глубины восемь метров в заливе Усть-Анга. Ангарские животные выловлены сачком с разных берегов в 30 км от истока и в 60 км, в черте города Иркутска. ДНК выделяли из конечностей бокоплавов набором «ДНК-сорб». Амплифицировали два маркерных гена: митохондриальный, быстро мутирующий участок гена первой субъединицы цитохром-с оксидазы (COI) и ядерный, консервативный участок гена 18S рРНК. Секвенировали по методу Сэнгера на секвенаторе «Нанофор-05». Получившиеся последовательности выравнивали в программе Ugene V 41.0 алгоритмом MUSCLE. Сети гаплотипов строили в программе SplitsTree v4.18.1.

Для видов *E. verrucosus* и *E. vittatus* известны как минимум три (западная, южная и восточная) и две (западная и южная) генетические линии соответственно. Все они приурочены к берегам Байкала, и в случае южной и западной групп (для обоих видов), географическим барьером, препятствующим смешению, является исток Ангары.

Согласно сетям гаплотипов, построенным по обоим генам, в Ангаре обитают представители ранее известной южной генетической линии вида *E. verrucosus*. Примечательно, что данная группа обитает в том числе и на правом берегу реки, примыкающем к западному побережью Байкала, на котором в литорали озера находили только западных представителей вида. Также в Ангаре найдены представители *E. oligacantus* (Bazikalova, 1945), который разными морфологами причисляется или к подвиду *E. verrucosus*, или к самостоятельному виду.

Распределение *E. vittatus* в Ангаре прямо противоположно распределению *E. verrucosus*: в реке обнаружены представители западной генетической линии с западного берега Байкала. Также обнаружена новая, третья генетическая линия вида по гену COI. Данные бокоплавы отловлены в селе Горячинск, расположенном на восточном берегу озера.

Мы обнаружили, что вид *E. marituji* образует как минимум две генетические линии по обоим маркерным генам. Одна заселяет порт Байкал и поселок Листвянка в Байкале, а вторая обитает в Ангаре, в черте города Иркутска.

Сеть гаплотипов, построенная по гену COI, демонстрирует, что вид *P. cancelloides* состоит по крайней мере из трех генетических линий. Одна из них заселяет Ангару, другая найдена в Чивыркуйском заливе и третья — в притоке реки Фролиха. Особь, отловленная в заливе Усть-Анга, примыкает к ангарской группе. Однако по гену 18S рРНК между группами отличий нет.

В своей работе мы продемонстрировали, что уровень генетического разнообразия и распределение генетических линий могут очень сильно различаться даже между близкородственными видами, а река Ангара является важной географической зоной для изучения эволюции байкальских амфипод.

Работа поддержана грантом РНФ (22-14-00128).

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИОННОГО ВИДА
GMELINOIDES FASCIATUS (CRUSTACEA: AMPHIPODA) В ОНЕЖСКОМ ОЗЕРЕ**

А.И. Сидорова

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Россия, г. Петрозаводск, пр. А.Невского 50,
e-mail: bolt-nastya@yandex.ru*

Вид *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) (CRUSTACEA: AMPHIPODA) имеет байкальское происхождение, в результате широкомасштабных акклиматизационных работ, проводимых с 1960-х гг. с целью улучшения кормовой базы рыб, данный вид широко расселился по водоемам и водотокам европейской части России. В Онежском озере инвазионная амфипода обнаружена в 2001 году. Наши данные доказывают, что чужеродный вид *G. fasciatus* расширил свой ареал в Онежском озере за последние 20 лет. Непреднамеренная интродукция в озеро байкальского бокоплава *G. fasciatus* вызвала настоящую необходимость детального изучения биологии чужеродного вида в условиях Онежского озера.

Нами показано, что инвазионный вид способен успешно образовывать устойчивые популяции в водоеме-реципиенте Онежское озеро. В условиях 62° с.ш. (Петрозаводская губа) – 63° с.ш. (Кумса-губа Повенецкого залива) Онежского озера температурный фактор не лимитирует развитие популяции амфиподы.

Средние показатели численности на мониторинговых станциях наблюдения в двух заливах варьировали от 786 до 3454 экз./м², биомассы – от 1,1 до 7,7 г/м². Сезонная динамика численности амфиподы имеет два пика в июле и августе. Плодовитость самок на всех станциях изменялась от 4 до 26 яиц/самку, при варьировании средней плодовитости 9–10 яиц/самку. Таким образом, вид-вселенец *G. fasciatus* успешно натурализовался в новых условиях на северной границе ареала европейской части, имеет одногодичный жизненный цикл с генерациями предыдущего и текущего года.

Чужеродная амфипода стала ключевым видом среди сообществ макрозообентоса литорали островов Мегостров и Сосновец. Результаты о состоянии литоральных донных сообществ о. Кижы Онежского озера за летний сезон 2023 года показали в них существенную роль *G. fasciatus*.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №№ 23-17-20018, <https://rscf.ru/project/23-17-20018/>, проводимого совместно с органами власти Республики Карелия с финансированием из Фонда венчурных инвестиций Республики Карелия (ФВИ РК)

ВЛИЯНИЕ ГИПОМАГНИТНЫХ УСЛОВИЙ И ИЗМЕНЕНИЯ СОЛЕННОСТИ ВОДЫ НА АКТИВНОСТЬ АЛЬФА-АМИЛАЗЫ У *DAPHNIA MAGNA STRAUS*

А.А. Сизова, Д.А. Сизов, В.В. Крылов

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
Россия 152743 Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок
e-mail: batrakova_a@mail.ru

В последние годы заметны проявления глобальных климатических изменений, которые могут оказать значимое воздействие на пресноводные экосистемы. Такие изменения могут привести к повышению температуры и солености воды, а также снижению уровня растворенного кислорода. Существует вероятность того, что глобальные климатические изменения могут совпасть с инверсией магнитных полюсов Земли, которая обычно сопровождается снижением напряженности геомагнитного поля. Отдельно взятые изменения температуры, уровня растворенного кислорода, солености воды и магнитных условий могут оказать влияние на водные организмы. Однако мы не обнаружили исследований комбинированного влияния факторов, сопровождающих глобальные климатические изменения, и гипوماгнитных условий на гидробионтов. При этом особый интерес вызывает оценка активности α -амилазы, поскольку ранее было показано, что активность этого фермента, участвующего в процессе расщепления углеводов, снижается при изменении магнитных условий.

Цель работы: Оценка комбинированного воздействия повышения температуры, повышения солености, снижения уровня растворенного в воде кислорода и гипوماгнитных условий на активность α -амилазы у *Daphnia magna* Straus.

В опытах использовали геомагнитное поле, соответствующее нормальным условиям в месте проведения экспериментов и гипوماгнитные условия. Помимо этого, мы использовали 2 температурных режима: 22°C (норма) и 27°C, 3 варианта содержания кислорода в воде: 2 мг/л, 5 мг/л и 8 мг/л (норма) и 2 варианта солености воды 1.5 и 3 г/л. Рачков помещали в емкости с водой разной солености, температуры или уровня растворенного кислорода по одной особи в каждую емкость. Часть дафний размещали в центре системы колец Гельмгольца, где генерировали гипوماгнитные условия. Другая часть оставалась в геомагнитном поле. Экспозиция дафний в исследуемых условиях продолжалась 29 дней. Для оценки активности α -амилазы отбирали молодь, производимую рачками в 3-6 выводках. Оценку проводили в трёх повторностях на суммарных гомогенатах, полученных путём разделения отобранного материала на три группы перед проведением биохимического анализа. Определение активности α -амилазы проводили спектрофотометрически с использованием коммерческого набора Elabscience α -Amylase Activity Assay Kit (США).

Установлено, что величина геомагнитного поля, уровень растворенного кислорода, температурные условия влияют на активность α -амилазы у *D. magna*.

При увеличении содержания кислорода в воде в отсутствии магнитного поля наблюдали уменьшение активности α -амилазы. Средние значения этого показателя у дафний, содержащихся в геомагнитном поле при уровне кислорода 2 мг/л, были существенно и значимо выше, чем у самок, экспонированных в гипوماгнитных условиях при том же уровне кислорода, что говорит о влиянии взаимодействия факторов.

При повышении температуры в геомагнитном поле, мы наблюдали значимое увеличение активности α -амилазы. Кроме этого, на исследуемый показатель влияло взаимодействие факторов: активность α -амилазы у дафний, содержащихся в геомагнитном поле при повышенной температуре, была существенно и значимо больше, чем у самок, экспонированных в гипوماгнитных условиях при той же температуре.

Фактор солености воды и взаимодействие факторов солености и магнитных условий не оказывали влияния на исследуемый показатель. Магнитные условия сказывались на активности α -амилазы во всех экспериментах, что выражалось в уменьшении этого показателя в отсутствии геомагнитного поля. Обсуждаются возможные пути возникновения зарегистрированных биологических эффектов.

**ОСЕННЯЯ И ЗИМНЯЯ ФАУНА ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ
(BRANCHIOPODA: CLADOCERA) ПРОВИНЦИИ ЦЗЯНСУ КИТАЯ**

А.Ю. Синева¹, А.А. Котов², Лю Пин (Liu Ping)³

1 Кафедра зоологии беспозвоночных, Биологический факультет, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Москва 119234, Россия

e-mail: artem.sinev@gmail.com

2 Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,

Ленинский пр. д. 33, г. Москва 119071, Россия

e-mail: alexey-a-kotov@yandex.ru

3College of Environmental Science and Engineering, Key Laboratory of Cultivated Land Quality Monitoring and Evaluation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Jiangsu Collaborative Innovation Center for Solid

Organic Waste Resource Utilization, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China

e-mail: liuping329098@163.com

Материал был собран в ноябре 2023 года и в начале января 2024 года стандартными гидробиологическими методами. Исследовано более 40 водоемов, в том числе целый ряд крупных озер провинции Цзянсу. Осенняя фауна ветвистоусых ракообразных региона была представлена 44 видами ветвистоусых. Впервые на территории Китая обнаружен вид *Coronatella jejuensis* Sinev, Lee & Kotov 2022, описанный с острова Чеджу (Южная Корея). В январе было обнаружено только 17 видов ветвистоусых, в частности, исчезли массовые в ноябре виды рода *Diaphanosoma*, *Moina micrura*, *Ceriodaphnia cornuta* и *Bosminopsis zernowi*. В планктоне исследованных водоемов доминировали виды *Daphnia galeata* и *Bosmina fatalis*, в прибрежье – *Chydorus* cf. *biovatus*.

В январских пробах практически не отмечены эфиппийные самки и самцы, популяция у большинства видов представлена размножающимися партеногенетическими самками. Это позволяет утверждать, что эти виды, преимущественно бореального происхождения, в условиях Центрального Китая формируют активные зимующие популяции, формирование покоящихся яиц для них является факультативным процессом. В то же время жизненный цикл видов восточно-азиатского и тропического происхождения в регионе остается типичным для кладоцер.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (грант 23-14-00128).

**РАЗНООБРАЗИЕ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП
НИЗШИХ РАКООБРАЗНЫХ МАЛЫХ РЕК НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ ТАЙГИ
В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.Л. Сиротин

*Костромской государственный университет, Россия, 156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, д. 17
e-mail: lasirotin@gmail.com*

Исследования проводились в рамках мониторинга зоопланктоценозов малых рек на территории южной тайги в государственном природном заповеднике «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына. Пробы зоопланктона отбирали на реках: Сеха, Лондушка, Ломенга, Черная, Понга, Вонюх, Нелка, Талица, Кисть, Юрманга, Иваньчиха, Сивеж, Кастово и Прянга. Всего за время исследований было обнаружено 130 видов зоопланктеров из которых 80 относятся к низшим ракообразным, 50 к коловраткам. Низшие ракообразные представлены надклассом Cladocera и классом Copepoda.

К Cladocera, в изученных сообществах, относится 55 видов (68.75% от числа видов низших ракообразных и 42.30% от всех видов зоопланктеров). В составе таксономических единиц можно отметить один отряд Diplostraca в составе которого представлено 11 семейств и 26 родов. Самым разнообразным является семейство Daphniidae. Оно представлено 23 видами (41.81% от числа видов Cladocera).

К Copepoda относятся отряды Calanoida, Cyclopoida и Harpacticoida, представленные 25 видами (31.25% от числа низших ракообразных и 19.23% от числа всех видов зоопланктеров). Отряд Calanoida представлен одним семейством Diaptomidae в составе которых отмечены представители родов *Acanthodiaptomus* и *Eudiaptomus* (3 вида, 12% от числа Copepoda). Наиболее многочисленный отряд Cyclopoida представлен одним семейством Cyclopidae, в его составе 11 родов, включающих 21 вид (84% от числа видов Copepoda). Отряд Harpacticoida представлен одним семейством Ameiridae включающим один род и один вид.

По типу питания представители Cladocera в основном относятся к плавающим первичным, тонким и грубым фильтраторам 21 вид (38.18% от Cladocera) из них, наибольшая встречаемость отмечена для *Daphnia longispina* (O.F.Müller, 1776) (75%) и *Ceriodaphnia megops* Sars, 1862 (68.75%).

Представители Copepoda по типу питания являлись большей частью плавающими активными хищниками, эврифагами 12 видов (48% от числа Copepoda). Наибольшая встречаемость характерна для *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) (93.75%), *Macrocyclus fuscus* (Jurine, 1820) (75%) и *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) (75%).

Среди экологических групп низших ракообразных зоопланктона, исследуемых водотоков, наиболее часто встречались фитофильные виды (28 видов, 35%). Из них наиболее распространенными являлись *E. serrulatus*, *M. fuscus* и *Acroperus harpae* (Baird, 1834) (встречаемость – 75%).

Облигатно-планктонные виды составляли 23.75% от числа низших ракообразных (19 видов), среди которых наиболее часто встречалась *D. longispina*.

Фитофильно-планктонные виды были представлены 23 видами (28.75%). Наиболее встречаемые представители – *T. oithonoides* и *C. megops*.

Придонный комплекс был представлен 10 видами (12.50%). Среди них отмечены: *Cyclops strenuus* (Fischer, 1851) (встречаемость – 31.25%) и *Macrothrix rosea* (Jurine, 1820) (25%).

По географическому распространению среди Cladocera было обнаружено 26 палеарктических (47.27%), 14 голарктических (25.46%) и 15 космополитных (27.27%) видов. Класс Copepoda был представлен 13 палеарктическими (52%), 5 голарктическими (20%) и 7 космополитными (28%) видами.

Таким образом, низшие ракообразные в составе зоопланктона малых рек изученного участка южной тайги представлены большим разнообразием таксономических, экологических и географических групп. Отмечены виды, имеющие наибольшую встречаемость и вносящие значительный вклад в развитие зоопланктонных сообществ.

**АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ НА ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС РАКОВ
PONTASTACUS LEPTODACTYLUS И *CHERAX QUADRICARINATUS***

С.В. Сладкова, В.А. Любимцев, С.В. Холодкевич

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН», Россия, 197110, Санкт-Петербург, Корпусная ул., дом 18
e-mail: sladkova_sv1@mail.ru*

Знание физиологических механизмов, лежащих в основе теплового стресса, и понимание того, как виды, адаптированные в природных условиях к различным температурным режимам, приспосабливаются к этому стрессу, имеет решающее значение для прогнозирования возможных изменений их географических ареалов в условиях потепления. Узкопалые раки *Pontastacus leptodactylus* (*P. l.*) являются самым эврибионтным видом среди европейских видов. Тропические красноклешневые раки *Cherax quadricarinatus* (*C. q.*) родом из Северной Австралии и Новой Гвинеи адаптированные к узкому диапазону температур уже встречаются в Мексике и на юге Европы в водоемах с повышенной температурой воды из-за термальных источников. Мы исследовали адаптивные изменения кардиоактивности раков (*P. l.*) и (*C. q.*) в условиях постепенного и относительно медленного (ступенчатого) повышения температуры от 20 до 34°C с длительностью каждой температурной ступеньки три или четыре дня и последующего понижения температуры в обратном порядке до исходного уровня. Оригинальный неинвазивный волоконно-оптический метод отведения сигнала кардиоактивности бентосных беспозвоночных с жестким наружным покровом позволяет непрерывно регистрировать частоту сердечных сокращений (ЧСС) в течение длительного времени, не ограничивая свободу передвижения раков. Установлено, что у раков обоих видов ЧСС возрастает с повышением температуры, причем реакция ЧСС на нагрев всегда немного выше, чем значения ЧСС при дальнейшей акклимации. В ответ на понижение температуры тропические раки *C. q.* быстро понижали величину ЧСС, причем в конце эксперимента ЧСС раков была несколько меньше, чем до температурного воздействия. Такое обычно наблюдается при акклимации ракообразных к более высоким температурам. Это указывает на то, что для раков вида *C. q.* температура 34°C еще не является критической. А у раков *P. l.* уже 32°C является критическим температурным максимумом. При этой температуре ЧСС у них продолжала монотонно увеличиваться в течении всех трех дней. В ходе снижения температуры от 32°C до 26°C у узкопалых раков ЧСС все еще продолжала увеличиваться в течение последующих 2-х суток и только потом стала уменьшаться. Таким образом, тепловое воздействие (32°C в течение 4 дней) является для раков *P. l.* критическим, и явно влияет на их способность адекватно быстро реагировать на уменьшение температуры. А при 34°C величина ЧСС у *P. l.* достигала предела и сохранялась на этом высоком уровне при поддержания этой температуры в течение нескольких часов. Даже после такого кратковременного нагрева более 50% процентов раков погибли в течение последующих 4 суток, таким образом температура 34°C для раков *P. l.* безусловно превышает критический температурный максимум.

ВЕСЛОНОГИЕ И ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ ВТОРИЧНЫХ ВОДОЕМОВ ВЕРХОВОГО БОЛОТА ИЛАССКОЕ

Е.И. Собко, И.Н. Зубов, Т.И. Пономарева

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени Н.П. Лаверова
Уральского отделения Российской академии наук, 163020, г. Архангельск, пр. Никольский, д. 20
e-mail: elfisina@yandex.ru

Для Архангельской области наиболее характерны верховые олиготрофные болота Прибеломорского типа. Зоопланктонные сообщества болот в регионе остаются еще недостаточно изученными. В 2021-2023 гг. впервые были проведены исследования зооценозов вторичных водоемов глядово-мочажинного и глядово-озеркового комплексов южноприбеломорского верхового болота Иласское.

Цель работы – изучить видовое разнообразие и количественные характеристики ракообразных вторичных водоемов (мочажин и озерков).

Пробы зоопланктона в водных объектах Иласского болота были собраны в мае-октябре 2021-2023 гг. Всего собрано и проанализировано в мочажинах 58 проб и в озерках – 41 проба. Фауна ракообразных представлена в основном ацидофильными, сфагнофильными и зарослевыми видами. За период исследований в мочажинах обнаружено 29 видов ракообразных: 25 видов ветвистоусых и 4 вида веслоногих ракообразных, в озерках – 25 видов, из них – 20 видов кладоцер и 5 видов копепод.

Наибольшее число видов кладоцер в мочажинах отмечено в мае-июне, в озерках июне-июле, к осени количество видов ветвистоусых ракообразных в зооценозах снижалось. Видовой состав ракообразных в мочажинах и озерках схож. В зоопланктонных сообществах исследованных водоемов наиболее часто встречались представители родов *Alona*, *Ophryoxus*, *Chydorus*, *Bosmina*, *Scapholeberis*, *Polyphemus*, *Diacyclops*, *Cyclops*. В озерках также часто встречаются представители родов *Diaphanosoma*, *Ceriodaphnia*, *Sida*, *Eudiaptomus*, *Mesocyclops*.

Для зоопланктонных сообществ мочажин и озерков характерны высокие показатели количественного развития. В весенний и летний периоды (май-август) в зооценозах озерков по численности (50-79%) и биомассе (74-94%) доминировали кладоцеры. В сентябре их численность снижалась, в зооценозах в этот период доминировали по численности коловратки (86-95 %), по биомассе – копеподы (38-73%).

Весной после активного периода снеготаяния мочажины хорошо обводнены. Ракообразные начинают активно развиваться в мае, достигая максимальных количественных показателей в июне. В осенний период в зооценозах мочажин увеличивается доля веслоногих ракообразных и коловраток.

В теплые маловодные годы в связи с обмелением мочажин численность кладоцер снижается к июлю (2021-2022 гг.). В 2021 и 2022 годах весной и летом (май-август) основу численности (44-90%) и биомассы (52-90%) зоопланктона мочажин составляли кладоцеры. В холодные многоводные годы (2023 г.) многочисленны веслоногие ракообразные и коловратки. В 2023 году в мае и июне по численности (51-60%) и биомассе (56-60%) доминировали кладоцеры, в июле-октябре – копеподы.

Наши исследования показали, что зоопланктонные сообщества вторичных водоемов верхового болота Иласское находятся в устойчивом состоянии. Структура и количественное развитие ракообразных в исследованных водоемах определяются факторами среды, особенностью гидрологических и химических характеристик водных объектов, а именно: температурой воздуха, колебанием уровня болотных вод, низкими значениями минерализации, повышенной цветностью вод, кислой реакцией среды.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОБСКОЙ ГУБЫ

А.И. Старков¹, Н.В. Полякова², К.А. Смирнова³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, г. Санкт-Петербург,
Университетская набережная, д. 7–9
e-mail: aist606@gmail.com

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 33
e-mail: nvpnataly@yandex.ru

³ Ресурсный центр «Обсерватория экологической безопасности», 199178, г. Санкт-Петербург,
10 линия В.О., д. 33/35
e-mail: katzouk@mail@gmail.com

В последнее время в связи с увеличившейся антропогенной нагрузкой значительное внимание исследователей уделяется фронтальной зоне Обской губы. При этом расположенные южнее участки акватории, не подверженные влиянию морских вод, зачастую оказываются вне рамок мониторинговых исследований. В настоящей работе представлены результаты наблюдений над сообществами зоопланктона в центральной части Обской губы от порта Ямбург до слияния с Тазовской губой (мыс Трехбугорный), произведенных в раннеосенний период 2023 года.

Всего для акватории был отмечен 40 таксонов планктонных организмов: коловратки, веслоногие и ветвистоусые ракообразные имели равную представленность, также для части станций были характерны реликтовые мизиды *Mysis oculata*. Была показана значительная мозаичность качественных и количественных параметров зоопланктонных сообществ, при этом число видов на станциях слабо зависело от географического положения и глубины пробоотбора, обычно оказываясь в диапазоне от 8 до 12.

При продвижении с севера на юг прослеживалось увеличение показателей обилия. Если для района, граничащего с Тазовской губой, были показаны средние численности 1500-2000 экз./м³, с биомассой при этом не превышающей 100 мг/м³, то южнее мыса Каменный в среднем отмечались численности около 6000 экз./м³, с биомассами около 170 мг/м³. Для акватории у порта Ямбург показаны максимальные количественные характеристики – общая численность достигала 10000 экз./м³, биомасса – 300 мг/м³.

Преобладающей группой по показателям обилия на большинстве станций были веслоногие ракообразные, на которых в среднем приходилось 50-80% от общей численности и биомассы. Значительная роль в сообществе играли ветвистоусые раки, доля же коловраток обычно составляла не более нескольких процентов. Доминирующие формы были постоянными для всего участка, среди веслоногих ракообразных наибольшими величинами обилия характеризовались представители группы Cyclopoida, в первую очередь *Diacyclops bicuspidatus*, *Cyclops vicinus*, виды рода *Thermocyclops*, а также их молодь. Наиболее многочисленными каляноидами выступали *Heteroscope appendiculata*, *Eurytemora velox* и *Eudiaptomus gracilis*. Среди ветвистоусых раков максимального количественного развития достигали *Bosmina (E.) coregoni* и *Daphnia galeata*. Стоит отметить, что часто доминирующие в расположенных севернее районах Обской губы ледниковые реликты *Limnocalanus macrurus* и *Senecella siberica*, хоть и отмечались на большинстве станций, но значительных величин обилия не достигали.

В целом по результатам, полученным в 2023 году, подтверждается преобладание пресноводных копепоид и кладоцер для распресненных участков Обской губы. Широкая вариабельность видового разнообразия и показателей обилия на близко расположенных станциях вполне согласуются с естественно возможными проявлениями такой неоднородности, описанными в литературе.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕВЕТОК *MACROBRACHIUM SINTANGENSE* (DE MAN, 1898)
И *M. SAIGONENSE* NGUYỄN, 2006 В ДЕЛЬТЕ МЕКОНГА**

С.В. Статкевич¹, И.И. Чеснокова¹, Ку Нгуен Динь²

¹ Институт биологии южных морей им А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, 299011, Россия

² Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин, 650000, Вьетнам

Водоемы юга Вьетнама обладают богатыми биологическими ресурсами, которые активно используются местным населением. Одними из них являются креветки рода *Macrobrachium*, представители которого широко распространены в Юго-Восточной Азии, Австралии, Южной и Центральной Америке, Африке. В Южном Вьетнаме их насчитывается не менее 13 видов. Некоторые из них достаточно многочисленны, такие, как например *M. equidens* и *M. rosenbergii*, другие встречаются значительно реже – например *M. sintangense* и *M. saigonense*.

Исследования биологии *M. sintangense* немногочисленны. В работе Wowor (1985) проанализирована структура популяции, особенности размножения и питания, (Wowor, 1983, Dwiono, 1981, Sabar, 1979) изучали соотношение полов и степень зрелости гонад. Тем не менее во Вьетнаме какие-либо исследования биологи данного вида не производились. Что касается *M. saigonense*, то на протяжении длительного времени этот вид считался морфотипом креветки *M. sintangense*, в последствие, был представлен как новый вид, выделенный на основании ключевых отличий личинок (зоа I) (Xuân, 2006). Целью данной работы является анализ распределения *M. sintangense* и *M. saigonense* в дельте Меконга (Вьетнам).

Установлено, что у рассматриваемых видов наблюдаются различия в их распределении в речной системе дельты, которая имеет сложную структуру и состоит из относительно густой сети русел рек и каналов.

M. sintangense – пресноводный вид, обитающий в стоячих водоемах (озера, водохранилища, пруды), может жить и в проточных водах, предпочитая мелководное песчаное или илистое дно с опадом из листьев и прибрежных трав.

В основном течении двух главных рек – Хау и Тиен, *M. sintangense* встречается в верхней части, условно в пределах границ провинций Анзянг и Донгтхап. В паводковый сезон единичные особи отмечались в средней части дельты, в районе провинций Кантхо, Виньлонг. Процент в уловах колебалась от 1,5 до 17,3.

M. saigonense – солоноватоводный вид, встречается в водах с соленостью от 0 до 10–12 ‰ на песчаных (мелкие валуны, немного песка) и илистых биотопах. Его присутствие в стоячей воде (пруды) не зафиксировано. Встречается в средней части дельты (Кантхо, Виньлонг). В паводковый сезон *M. saigonense* встречался в траловых уловах из районов провинций Шокчанг, Чавинь, Бенче, Тьензянг. Доля в уловах варьировала от 2,4 до 28 %.

Таким образом, начаты работы по исследованию распространения и распределения экономически важных для Южного Вьетнама креветок *M. sintangense* и *M. saigonense* в дельте Меконга, в дальнейшем будут изучены особенности биологии и экологии данных видов, для оценки состояния их популяций в регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Эколан Э-3.4 и госзадания (№ 121030100028-0).

**ДЕСЯТИНОГИЕ РАКООБРАЗНЫЕ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С КОРНЯМИ
EICHHORNIA CRASSIPES В ДЕЛЬТЕ МЕКОНГА (ВЬЕТНАМ)**

С.В. Статкевич¹, С.В. Куршаков¹, Э.Р. Аблязов¹, Ку Нгуен Динь²

¹ Институт биологии южных морей им А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, 299011, Россия

² Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин, 650000, Вьетнам

Водяной гиацинт *Eichhornia crassipes* считается одним из самых инвазивных водных растений в мире. Он представляет собой плавающий пресноводный гидрофит, который потенциально может обеспечить дополнительную среду обитания и структурную неоднородность эстуарным видам и нарушить трофические взаимодействия в береговой зоне водных объектов. Способность водяного гиацинта полностью покрывать озера и медленно текущие ручьи может вызвать серьёзные навигационные, сельскохозяйственные и другие проблемы. В настоящее время водяной гиацинт распространился по всем тропическим и субтропическим странам, в том числе и в дельте реки Меконг (Вьетнам). Известно, что водяной гиацинт оказывает значительное экологическое и социально-экономическое воздействие. Так, например, в эстуариях, представляющих собой динамичную среду, в которой безопасность мест обитания может быть изменена различными природными и антропогенными воздействиями, после тропических штормов или других паводков водяной гиацинт, проникая в эстуарные места обитания, колонизирует берега рек оказывая влияние на численность и распространение эстуарных видов. Несмотря на растущий интерес в мире к установлению экологических последствий вселения водного гиацинта, мало что известно о его распространении и воздействии в дельте реки Меконг.

Фауна беспозвоночных, связанная с корнями водных плавающих растений в тропических водотоках, весьма разнообразна и экологически важна. В этом сообществе присутствует большинство групп водных животных, от простейших до ракообразных, включая десятиногих раков. В данной работе приводятся сведения о таксономическом разнообразии и распространении десятиногих ракообразных, связанных с корнями этого плавающего растения. Материал был собран в период с 2018 по 2022 года в основном течении двух главных рек – Хау и Тиен, на которые разделяется Меконг в своем нижнем течении.

В результате проведенных исследований было выявлено, что водяной гиацинт в дельте р. Меконг образует сложные по структуре большие плавучие маты, которые могут покрывать значительную часть водной поверхности. Структурная неоднородность, обеспечиваемая переплетением погруженных в воду побегов и корней, создает возможность для кормления и укрытия мелких беспозвоночных, в частности декапод. Из представителей данного отряда в уловах были отмечены креветки рода *Caridina* и *Macrobrachium*, доминирующим видом являлся *Caridina weberi* De Man, 1892. Из крабов преобладали два вида *Guinotusa beauvoisi* (Rathbun, 1902) и *Limnopilos naiyanetri* Chuang & Ng, 1991. Распределение и состав десятиногих ракообразных, ассоциированных с корнями гиацинта, на разных участках исследуемых водотоков были неравномерны. В первую очередь мы это связываем с воздействием промышленных комплексов в береговой зоне дельты.

Работа выполнена при финансовой поддержке Эколан Э-3.4 и госзадания (№ 121030100028-0).

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ И СТРУКТУРЕ ДЕСЯТИНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ РЕКИ ХАУ (МЕКОНГ, ВЬЕТНАМ)

С.В. Статкевич¹, Ку Нгуен Динь², Чыонг Ба Хай²

¹ Институт биологии южных морей им А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, 299011, Россия

² Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин, 650000, Вьетнам

Десятиногие ракообразные являются важным компонентом донных сообществ дельты Меконга, однако публикаций, посвященных описанию видового состава и количественной оценке этой группы гидробионтов нижней части дельты и прилегающей к устьям прибрежной морской зоны относительно немного. В связи с чем, цель данной работы описать состав и дать оценку видовому разнообразию десятиногих ракообразных реки Хау (одна из главных рек дельты Меконга). Исследования проводились в сухой и паводковый сезон 2019 года. Материал был собран в реке Хау в пределах границ провинций Анзянг, Кантхо, Шокчанг.

В период исследований отряд Decapoda был представлен двумя группами: Dendrobranchiata (пенеидные креветки) и Pleocyemata (крабы, креветки и раки-отшельники). Из пенеидных креветок в пробах отмечено 8 видов из 2-х семейств (Sergestidae и Penaeidae). Подотряд Pleocyemata включал в себя 11 видов креветок из двух семейств (Alpheidae и Palaemonidae), 6 видов крабов из 6 семейств (Dorippidae, Gecarcinidae, Grapsidae, Hymenosomatinae, Leucosiidae, Portunidae) и один вид рака-отшельника семейства Diogenidae. По числу видов преобладали семейства Palaemonidae (9 видов) и Penaeidae (7 видов). Остальные 9 семейств десятиногих ракообразных включали от одного до двух видов. На всех исследуемых участках реки, кроме устьевой зоны, доминировали креветки семейства Palaemonidae рода *Arachnocheilus* и *Macrobrachium*. В приустьевой зоне, где река Хау разделяется на два рукава: Чанде и Диньан, преобладали морские креветки семейства Penaeidae и солоноватоводные креветки семейства Palaemonidae рода *Palaemon*.

В провинции Анзянг в сухой сезон многочисленными были креветки *A. mirabile* (73%). Вторыми по численности были *M. dolichodactylus* – 23%. Остальные виды были представлены единичными особями. В паводковый период преобладали креветка *M. dolichodactylus* (74%). На долю *M. rosenbergii* приходилось 12%, *A. mirabile* – 9%. В провинции Кантхо в сухой сезон массовым видом была креветка *A. mirabile* (88%). Остальные виды были представлены в незначительном количестве, их доля колебалась от 2,5 до 4,3%. В паводковый период основной улов приходился на *M. dolichodactylus* (45%), *A. mirabile* (18%), *M. sintangense* (10,5%), *M. rosenbergii* (10%). В провинции Шокчанг в верховье отмечены: *A. mirabile* (59%), *M. equidens* (18%), *M. rosenbergii* (12%), *P. sculptilis* (7,5%) и *M. tenuipes* (1,1%). В сезон паводка: *A. mirabile* (88%), *M. equidens* (7%) и *M. rosenbergii* (3,5%). В средней части в сухой сезон преобладали солоноватоводные креветки *P. vietnamicus* (40%). Значительный вклад в уловы вносили *A. mirabile* (27%) и *P. sculptilis* (24%). В паводковый период – *A. mirabile* (70%), *M. equidens* (11,4%), *M. tenuipes* (11,4%) и *M. rosenbergii* (6%). В низовье основная доля в уловах приходилась на морских креветок *P. sculptilis* (75%), также были отмечены креветки *M. equidens* (10%) и *P. vietnamicus* (4%). В паводковый период: *P. vietnamicus* – 48%, *M. equidens* – 23%, *M. tenuipes* – 17%, *P. sculptilis* – 6%.

Видовое разнообразие десятиногих раков в провинции Анзянг и Кантхо было довольно невысоким – в каждом районе в разные сезоны обнаружено 7–10 видов, более высокие показатели были отмечены в провинции Шокчанг 19–20. Видовое богатство Decapoda в рассматриваемых провинциях было почти одинаковым, однако распределения видов в провинции Кантхо в сезон паводка заметно отличалось большей выравненностью.

Проведенный анализ видовой структуры реки Хау в разные сезоны показал сходство видовых комплексов десятиногих ракообразных, что вероятно определяется эврибионтностью обитающих в ней видов и гидрологическими параметрами самой реки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Эколан Э-3.4 и госзадания (№ 121030100028-0).

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ И РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕВЕТКИ *CARIDINA WEBERI*

С.В. Статкевич¹, И.И. Чеснокова¹, Ку Нгуен Динь²

¹Институт биологии южных морей им А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, 299011, Россия

²Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин, 650000, Вьетнам

Caridina weberi De Man, 1892 – креветка из семейства Atyidae, распространена в тропических и субтропических водах Восточной Азии. Встречается в нижней части дельты Меконга (Вьетнам), наибольшие скопления образует в зарослях водных растений. Важным условием сохранения биологического потенциала этого вида является знание особенностей биологии размножения *C. weberi*, которые до настоящего времени остаются мало исследованными. Характеристики воспроизводства являются главными проблемами популяционной биологии, поскольку показывают приспособленность вида к конкретной среде обитания. Цель настоящего исследования дать оценку абсолютной индивидуальной и реализованной плодовитости креветки *C. weberi*, сопоставить эти параметры с массой и общей длиной тела.

Материалом для работ послужили креветки, собранные в ходе экспедиционных исследований в дельте в 2020–2022 гг. При проведении стандартного биологического анализа у креветок измеряли общую длину (от конца рострума до конца тельсона) с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм. Индивидуальную массу определяли с помощью электронных весов с точностью до 0,01 г. Абсолютную индивидуальную плодовитость (АИП) и начальную реализованную плодовитость (НРП) определяли прямым подсчетом. Относительную реализованную плодовитость (ОРП) определяли, как отношение НРП к общей длине тела самки.

В ходе выполненной работы были проанализированы пределы и средние значения размеров и массы креветки *C. weberi*. Согласно полученным результатам, основная масса исследуемых особей была представлена размерным классом от 12,0 до 16,0 мм, самки крупнее самцов. Плодовитость определяли у самок со средним значением общей длины $16,45 \pm 0,12$ мм (пределы: 15,0–19,44 мм) и массы $0,051 \pm 0,002$ мг (пределы: 0,029–0,094 мг). Индивидуальные значения АИП для всех исследованных особей варьировали от 83 до 189 ооцитов, НРП – от 74 до 196 яиц.

Сравнительный анализ средних значений АИП, НРП и ОРП проводился для особей с общей длиной тела от 15,0 до 20,0 мм. В пределах данного диапазона длин различия средних значений АИП и ОРП подтверждали критерием Стьюдента ($t=10,34$; $p<0,001$), также как и средние значения НРП и ОРП ($t=9,39$; $p<0,001$). Различия между средними значениями АИП и НРП также статистически значимы ($t=8,68$; $p=0,0032$).

Полученные нами данные могут быть использованы как для разработки мер, направленных на сохранение данного вида, так и быть положены в основу мониторинговых исследований экологического состояния данного вида.

Работа выполнена при финансовой поддержке Эколан Э-3.4 и госзадания (№ 121030100028-0).

КОНТАМИНАЦИЯ ИБУПРОФЕНОМ БАЙКАЛЬСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ АМФИПОД ПОС. ЛИСТВЯНКА

Т.Ю. Тельнова, М.М. Моргунова, А.А. Власова, С.С. Шашкина, Е.А. Мишарина, С.В. Кулинич,
Т.Н. Вавилина, Д.В. Аксёнов-Грибанов

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», ул. Карла Маркса, 1, Иркутск, Россия, 664003
e-mail: telnovatamara1410@gmail.com

Лекарственные препараты и их продукты распада относятся к группе прогрессивно растущих загрязнителей водной среды. Особый интерес представляет ибупрофен, который относится к нестероидным противовоспалительным препаратам синтетического происхождения. Попадая в водоемы, ибупрофен способен проявлять острую токсичность в отношении живых организмов.

По результатам исследований лекарственные препараты, в том числе ибупрофен, были обнаружены в водных экосистемах многих государств. Было предположено, что, подобно другим водоемам, ибупрофен вместе со сточными водами может попадать и в озеро Байкал. Озеро Байкал является крупнейшим природным резервуаром пресной воды и в настоящий момент считается активным рекреационным центром среди местного населения и туристов. К одним из наиболее популярных туристических мест на Байкале относится поселок Листвянка, расположенный на юго-западном побережье озера, вблизи г. Иркутск.

Целью настоящего исследования являлась межсезонная оценка загрязнения ибупрофеном байкальских амфипод в пос. Листвянка с помощью методов высокоэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии.

Объектами исследований были выбраны байкальские эндемичные амфиподы рода *Eulimnogammarus*, отобранные в районе пос. Листвянка в два сезона – весна и осень 2022 года. Для определения параметров ионизации и фрагментации молекул применяли стандартный образец ибупрофена. Измерения качественного селективного анализа содержания ибупрофена в образцах байкальских амфипод были выполнены на базе хромато-масс-спектрометрического комплекса Agilent Infinity II с масс-спектрометрическим детектором Agilent 6470B (QQQ).

В ходе экспериментов было обнаружено, что в амфиподах, отобранных весной 2022 г., контаминация ибупрофеном составила 100%. В амфиподах, отобранных осенью 2022 г., метаболит присутствовал в 15% от всего количества образцов. Также в 9% образцов, отобранных осенью, обнаружено неизвестное вещество. Предполагается, что неизвестное вещество является производным ибупрофена, так как фрагментируется в ячейке соударения схожим образом.

Таким образом, было показано, что байкальские эндемичные амфиподы, отобранные в пос. Листвянка, способны накапливать в себе ибупрофен и, предположительно, продукт его распада, как в весенний, так и в осенний периоды.

Исследование проведено при финансовой поддержке гранта ИГУ для молодых ученых № 092-23-320, Минобрнауки России FZZE 2024-0003 и FZZE 2024-0011.

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО ДОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА (АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ БАССЕЙН)

А.С. Терентьев

Отдел «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (АзНИИРХ), Керчь, ул. Свердлова 2
e-mail: iskander65@bk.ru.

Из 156 видов донных животных, встреченных с 1986 по 2016 г. в Керченском проливе, 41 вид или 26 % от всего видового богатства макробентоса относились к ракообразным. Общая встречаемость за весь период исследования равнялась 43-48 %. Их численность в среднем равнялась 190 ± 52 экз./м², биомасса – $11,6 \pm 2,6$ г/м². В отдельных случаях доходя до 14220 экз./м² и 442 г/м². На долю которых в среднем приходилось 32-39 % общей численности зообентоса, но 3-4 % его биомассы.

Низших раков представлял морской желудь *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854), относящийся к челюстеногим. Среди высших ракообразных наибольшим видовым богатством отличались бокоплавы, представленные 10 семействами. Из Ampeliscidae была обнаружена *Ampelisca diadema* (A. Costa, 1853). Семейство Ampithoidae представляли *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826, *Cymadusa crassicornis* (A. Costa, 1853) и *Pleonexes gammaroides* Spence Bate, 1857. Aoridae представляли: *Microdeutopus damnoniensis* (Spence Bate, 1857), *M. gryllotalpa* A. Costa, 1853 и *M. versiculatus* (Spence Bate, 1857). Семейство Behningiellidae представлял *Cardiophilus baeri* G.O. Sars, 1896 (встречался преимущественно в сифонах двустворчатого моллюска *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789)), а Caprellidae – *Phtisica marina* Slabber, 1769, Corophiidae – *Corophium volutator* (Pallas, 1766). Из семейства Gammaridae были обнаружены *Amathillina cristata* Grimm in G.O. Sars, 1894 и *Gammarus subtypicus* Stock, 1966, а из Ischyroceridae – *Erichthonius difformis* H. Milne Edwards, 1830 и *Plumulojassa oia* (Spence Bate & Westwood, 1862). Семейство Melitidae представляла *Melita palmata* (Montagu, 1804), а Stenothoidae – *Stenothoe monoculoides* (Montagu, 1813). Видовое богатство амфипод по-видимому занижено, т.к. не хватало данных по прибрежным видам, а также мало данных по видам, обитающим в зарослях макрофитов.

Из равноногих ракообразных отмечены *Sphaeroma serratum* (J. C. Fabricius, 1787) семейства Sphaeromatidae и *Stenosoma capito* (Rathke, 1837) семейства Idoteidae. В прибрежной зоне, а также в Аршинцевской и Керченской бухтах, а также возле Средней косы и косы Тузла в зарослях морской травы *Zostera marina* L., 1753 встречались такие виды этого семейства как *Idotea balthica* (Pallas, 1772) и *Id. ostroumovi* Sowinsky, 1895.

Клешненосных осликов представляли два семейства. Из Apseudidae был обнаружен *Apseudopsis ostroumovi* Bacescu & Carausu, 1947, а из Tanaididae – *Tanais dulongii* (Audouin, 1826). Мизиды встречались достаточно редко и до вида не определялись.

Десятиногие были представлены 4 инфраотрядами. Неполнохвостые – раком отшельником *Diogenes pugilator* (P. Roux, 1829). В зарослях zostеры и на мидийных коллекторах отмечалась *Pisidia longimana* (Risso, 1816). Раков-приведений представлял *Gilvossius candidus* (Olivi, 1792). Крабов – брахинотус шестизубый *Brachynotus sexdentatus* (Risso, 1827 in [Risso, 1826-1827]), волосатый краб *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761), каменный краб *Eriphia verrucosa* (Forskel, 1775) (встречался в районе выхода в Черное море в прибрежной зоне среди каменных россыпей, занесен в Красную книгу Республики Крым), а также 2 вида плавунцов, известных под общим названием песчаный краб, *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) и *L. holsatus* (Fabricius, 1798). На выходе в Черное море были отмечены травяной краб *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847, песочный или фиолетовый краб *Xantho poressa* (Olivi, 1792). Недавний вселенец в Черное и Азовское моря краб Харриса *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841), также известный как голландский крабик. Этот вид относится к солоноватоводным видам, поэтому в Азовском море и Керченском проливе для него оказались наиболее подходящие условия для расселения.

В 2007 г. в ставном неводе возле мыса Белый был обнаружен самец голубого краба *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896. В прибрежных зарослях макрофитов, иблизии выхода в Черное море встречался краб-паук *Macropodia longirostris* (Fabricius, 1775).

Креветок представляли: *Hippolyte leptocerus* (Heller, 1863), обыкновенная или песчаная креветка *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), травяная креветка *Palaemon adspersus* Rathke, 1837. На каменистых участках возле берега отмечалась каменная креветка – *P. elegans* Rathke, 1837.

**ФАУНА МИКРОРАКООБРАЗНЫХ (CLADOCERA И COPEPODA) ЧУКОТСКОГО АО:
РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА ВИДОВЫХ КОМПЛЕКСОВ,
БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

М.А. Трухан¹, А.А. Новичкова¹, П.Г. Гарибян², С.В. Крыленко¹, Е.С. Чертопруд^{1,2}

¹ Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Ленинские Горы, 1, ст. 12, 119234

² Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Ленинский проспект, 33, 119071

e-mail: masha.truhan@gmail.com, anna.hydro@gmail.com, petr.garibyan21@mail.ru, krylenkoserg@mail.ru, horsax@yandex.ru

Несмотря на несколько крупных исследований зоопланктона Чукотского АО (Гурьева, 1976; Стрелецкая, 1975; Стрелецкая, 2010), фауна микроракообразных данного региона остается изученной слабо. К настоящему исследованию с территории округа было известно 48 видов Cladocera и 126 видов Copropoda. Кроме того, изучение фауны микроракообразных Чукотки имеет научный интерес в свете воссоздания истории берингийского фаунистического комплекса, поскольку распад связи между Азией и Америкой произошел недавно в геологическом времени. Целью нашего исследования является анализ видового состава Cladocera и Copropoda Чукотского АО, биогеографического распределения видов, структуры сообществ, а также факторов среды, её определяющих.

Первая часть проб была отобрана в сентябре 2021 года в районе мыса Наглёйнгын (южная оконечность Чаунской губы, бассейн Восточно-Сибирского моря). Всего было отобрано 33 количественных пробы зоопланктона (объемом по 85 дм³). Вторая часть проб зоопланктона была отобрана летом 2018-2020 гг. и географически разбросана по водоёмам разного типа всей территории Чукотского АО. Всего было отобрано 32 качественных проб зоопланктона. Для каждого водоёма определили площадь водной поверхности и тип местообитания. Статистическую обработку данных проводили в программах PRIMER 7 и PAST.

В районе мыса Наглёйнгын всего было определено 7 видов Cladocera, 22 вида Copropoda и 1 вид Anostraca, из них новыми для региона являются 5 видов (*Chydorus biovatus*, *Daphnia* cf. *umbra*, *Eurytemora composita*, *Bryocamptus arcticus*, *Microarthridion littorale*). Число видов в пробах варьировало от 2 до 12. Видовой состав коррелировал с типом местообитания и площадью водоёма: в крупных (>10 тыс. м²) озерах криогенного происхождения резко преобладали Calanoida видов *HeterosCOPE borealis*, *Diaptomus glacialis* и *Leptodiaptomus angustilobus*, достигая больших численностей (до 111 тыс. экз./м³). В мелких (<1000 м²) заболоченных водоёмах преобладали *Cyclops* cf. *strenuus*, *Cyclops kolensis alaskensis*, *Daphnia pulex*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni*, при этом виды рода *Bosmina* достигали больших численностей (до 65,5 тыс. экз./м³). Речные местообитания отличались малыми численностями Copropoda (не более 1,2 тыс. экз./м³) и почти полным отсутствием Cladocera. Во второй части проб было определено 15 видов Cladocera, 24 вида Copropoda и 2 вида Anostraca. Из них новыми для региона оказались 6 видов (*Daphnia hyalina*, *Daphnia magna*, *Ch. biovatus*, *Eurycercus* cf. *pompholygodes*, *Eurytemora lacustris*, *Acanthodiaptomus tibetanus*), а новыми для науки – 1 вид Anostraca (*Branchinecta* sp. nov.). Число видов в пробах варьировало от 1 до 16, при этом в мелких (<1000 м²) и средних (1000 м² – 0,1 км²) озерах, а также в лужах и бочагах число видов было в среднем больше, чем в крупных (> 0,1 км²).

Таким образом, мы идентифицировали 50 видов Cladocera и Copropoda, из них – 10 новых для Чукотского АО. Кроме того, показано, что размер водоема и тип местообитания играют значительную роль в формировании структуры видовых комплексов ракообразных, а также в численном доминировании тех или иных групп. Основу фауны микроракообразных составили голарктические и палеарктические виды с широким ареалом, еще 8 видов являются представителями восточноазиатско-американского и восточноазиатского комплексов, а один вид эндемичен для Чукотки. По сравнению с фауной острова Врангеля (52 видов) богатство микроракообразных континентальной части Чукотского АО (135 видов) на 72% выше. При этом островная фауна значительно обеднена представителями ветвистоусых ракообразных, которых отмечено 8 видов по сравнению с 51 на материковой Чукотке.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-24-00054.

ОСТАТКИ ЖАБРОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ В ШЕРСТИ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ЖИВОТНЫХ МАМОНТОВОГО ФАУНИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В.В. Тумская¹, А.Н. Неретина¹, Е.И. Изюмова¹, Е.Д. Варакина¹, А.А. Котов¹, А.В. Протопопов²,
Г.Г. Боевских^{3,4}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33
e-mail: vasilisa.tumskaya@yandex.ru

² Академия наук Республики Саха (Якутия), 677077 Якутск, проспект Ленина, д. 33

³ Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677077 Якутск, проспект Ленина, д. 39

⁴ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 677007 Якутск, ул. Белинского, д. 58

В позднем плейстоцене – раннем голоцене полярные и приполярные территории северо-восточной Евразии были заняты особыми тундростепными ландшафтами, которые населяли животные мамонтовой фауны. Самым крупным обитателем тундростепей был шерстистый мамонт. Кроме мамонта в состав фауны входили древние лошади, шерстистый носорог, пещерный лев, бизон, волк, сурки, суслики, лемминги, зайцеобразные и некоторые другие млекопитающие. Все представители мамонтовой фауны имели приспособления к жизни в холодных условиях, в том числе длинную густую шерсть. В условиях вечной мерзлоты шерсть хорошо сохраняется не только на тушах самих животных, но и в виде отдельных массивных скоплений. В 2015 г. И.В. Кирилловой с соавторами было показано, что ископаемая шерсть животных мамонтового фаунистического комплекса содержит остатки растений и животных, которые могут являться источником новых сведений о ледниковой биоте и тех природно-климатических условиях, в которых она формировалась. Остатки жаброногих ракообразных (Crustacea: Branchiopoda) из шерсти мамонтов и носорогов описывают достаточно регулярно. В ходе нашей работы мы проанализировали опубликованные литературные данные и новые образцы шерсти позднеплейстоценовых млекопитающих из нескольких местонахождений в Якутии с целью поиска остатков жаброногих ракообразных в них и выделения факторов, влияющих на представленность остатков в шерсти.

Материалом для наших исследований послужили начесы, полученные вычесыванием туш мамонтов, носорогов, волков, бизонов, двух львят, зайца и лошади при помощи расчесок и кисточек на белую бумагу. В лаборатории начесы разбирали под стереомикроскопом LEICA MZ75 (Leica Microsystems, Германия). Все найденные остатки вносили в базу данных в формате Microsoft Excel 2007 (Microsoft, США).

В шерсти волков, бизонов, львят, зайца и лошади остатков жаброногих ракообразных обнаружено не было. Однако они в большом количестве содержались в колтунах шерсти мамонтов и носорогов. Имеющиеся опубликованные находки остатков жаброногих ракообразных также известны только из шерсти мамонтов и носорогов. В начесах из колтунов этих животных были обнаружены многочисленные эфиппиумы ветвистоусых ракообразных (Crustacea: Cladocera) и мандибулы щитней (Notostraca). Так, в шерсти мамонта из р. Чукочьа нами было обнаружено большое количество эфиппиумов, принадлежащих представителям *Daphnia* O.F. Mueller, 1785 и *Ctenodaphnia* Dybowski & Grochowski, 1895, а также два эфиппиума *Simocephalus* Schoedler, 1858. В шерсти носорога, найденного на р. Тирехтях, были обнаружены не только эфиппиумы, но и другие остатки кладоцер, принадлежащих представителям семейств Daphniidae, Bosminidae, Moinidae, Chydoridae, а также мандибулы щитней. Однозначного ответа, почему в шерсти одних животных задерживаются и сохраняются остатки жаброногих ракообразных, а в шерсти других – нет, дать пока нельзя. Можно предположить, что это связано с длиной волоса. В длинной шерсти эфиппиумы и другие относительно крупные остатки беспозвоночных легче удерживаются. Кроме того, в короткой шерсти зайца или львенка не могут формироваться крупные колтуны, какие формируются в шерсти мамонта или носорога. Не исключено и влияние на присутствие остатков жаброногих ракообразных условий, при которых произошло захоронение животного, и в которых оно находилось до момента обнаружения и изъятия из толщи многолетнемерзлых пород.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (проект № 22-14-00258).

**О ВСЕЛЕНЕЦЕ *THERMOCYCLOPS TAIHOKUENSIS* (HARADA, 1931)
(CRUSTACEA: CYCLOPOIDEA) ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР ХОПЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Л.А. Федяева¹, Р.А. Федяев²

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742, Россия, Ярославская обл.,
Некоузский р-н, п. Борок, д. 109
e-mail: fedyaeva@mail.ru

² Хоперский государственный природный заповедник, 397418, Россия, Воронежская обл.,
Новохопёрский р-н, п. Варварино, ул. Лесная, д. 61

Вселенец *Thermocyclops taihokuensis* (Harada 1931) из Восточной и Центральной Азии с 2010-х годов проник и расселился в бассейнах рек Волги и Дона (Вехов и др., 2014; Лазарева, 2021). В пределах Хоперского заповедника находится около 400 водоемов различного режима поемности. Гидрологический режим пойменной территории Хоперского заповедника определяется максимальным уровнем и продолжительностью весеннего половодья р. Хопер (Бирюков, 2010), с 2007 г. произошло снижение частоты и интенсивности половодий (Летопись природы..., 2000 – 2022). Пробы зоопланктона отбирали на 10 озерах Хоперского заповедника различного режима поемности с помощью планктонной сети Джеди в пелагиали и литорали в 2021–2022 гг.

Веслоногий рачок *Thermocyclops taihokuensis* в 2021–2022 гг. был зарегистрирован в 7 озерах Хоперского заповедника с низкой поемностью: Большое и Малое Подпесочное, Фатеево, Щурячье, Крутобережное Ульяновское и Чаганак, а в ежегодно заливаемых озерах в половодье: Майорское, Малое Голое и Жирное – не отмечен. В июле 2022 г. максимальных значений численности вселенец достигал в пелагиали озера Ульяновского (1.62 тыс.экз./м³), наименьших – в Щурячьем (0.03 тыс.экз./м³). В открытой части озера в июле 2022 г. вселенец встречался совместно с *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) и *T. oithonoides* (Sars, 1863), *Mesocyclops leukarti* (Claus, 1857) и др., но в Ульяновском озере был единственным представителем Cyclopoidae. По полученным данным аборигенный вид *T. crassus* в Ульяновском озере не зарегистрирован (май–октябрь), а в Фатеево и Крутобережное имеет низкие показатели по сравнению с *T. taihokuensis*.

Зоопланктон литорали озера с ежегодным затоплением (М. Голое, Майорское, Жирное) характеризовался наибольшим разнообразием видов Cyclopoidae, а пелагиаль отличалась значимо высокой численностью (69.10 ± 43.07 тыс. экз./м³) ($p = 0.005$) и биомассой (343.3 ± 230.3 мг/м³) ($p = 0.002$) Copepoda, за счет *T. oithonoides*, *T. crassus*. В озерах с низкой поемностью (Фатеево, Б. Подпесочное, Ульяновское, Чаганак, Щурячье, Крутобережное) численность (16.20 ± 7.08 тыс. экз./м³) и биомасса (84.20 ± 16.50 мг/м³) этой группы беспозвоночных были значительно ниже, а литораль озера оставалась бедными видами веслоногих рачков. Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии конкуренции благодаря обилию и разнообразию местного сообщества отряда Copepoda в водоемах с ежегодным затоплением.

Также известно (Крылов, Жгарева, 2016), что в зоопланктоне озера с низкой поемностью продолжительное затопление, после ряда лет отсутствия связи с рекой вызывает перестройку его структуры. Благодаря этому могли создаться благоприятные условия для заселения в них вида. Ближайшее известное место нахождения вида в р. Дон по данным за 2018–2019 гг. расположено в районе станицы Казанской (49.47340N, 41.08262E) (Лазарева, Жданова, 2022). Возможно, распространение с птицами и/или последнее наиболее высокое половодье в 2018 г. способствовали расселению вида в пойме, т.к. ранее вселенец не отмечался.

Таким образом, *T. taihokuensis* успешно заселяет водоемы с низкой поемностью (7 из 10 обследованных водоемов), тяготеет к пелагической части озера, нередко количественно преобладает над нативными видами, а в некоторых случаях вытесняет их. Предполагаем, что среди исследуемых озера – Ульяновское, имеющее крайне редкую связь с рекой, в большей степени оказалось подвержено влиянию вселенца, поскольку численность его в пелагиали была наиболее высокой, он оставался единственным представителем Cyclopoidae, в том числе отсутствовал аборигенный *T. crassus*. Одновременно, пелагиаль ежегодно заливаемых озера отличалась достоверно высокой численностью и биомассой Copepoda, а литораль – обилием нативных видов, что может свидетельствовать о высокой конкуренции зоопланктона и, вероятно, устойчивости. Возможно, условия современного маловодного периода снижения интенсивности и частоты половодий, редкие затопления водоемов низкой пойменности с последующей перестройкой структуры зоопланктона способствуют благоприятным условиям для развития вселенца.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА В ПИЩЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ КОНКУРЕНЦИИ МЕЖДУ КРУПНЫМИ И МЕЛКИМИ ВИДАМИ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ

И.Ю. Фенёва¹, А. Беднарска², Т. Бжежинский², П. Давидович²

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН,
Ленинский пр. д. 33, г. Москва 119071, Россия

² Факультет Биологии, Варшавский университет, ул. Жwirки и Вигуры 101, 02-089 Варшава, Польша
e-mail: feniova@mail.ru

Конкуренция является одним из ключевых факторов в динамике сообществ ветвистоусых ракообразных. Конкурентная способность вида оценивается величиной пороговой концентрацией пищи (ПКП), которая представляет собой концентрацию пищи, при которой скорость роста популяции равна нулю. Виды с более низкими ПКП – более сильные конкуренты, чем виды с высокими ПКП, поскольку популяция может расти в диапазоне более низких концентраций пищи. Однако ПКП популяции не постоянная величина и может меняться в зависимости от условий окружающей среды. Фосфор (Р) – это один из важнейших элементов, необходимых для развития ветвистоусых ракообразных. Известно, что снижение содержания Р в пище может сократить синтез основных макромолекул, таких как липиды, белки и нуклеиновые кислоты (Wagner et al. 2015). Такие биохимические изменения приведут к снижению скорости индивидуального роста, репродуктивного потенциала и показателей выживаемости (Frost et al. 2005), что в итоге отразится на скорости популяционного роста. Известно, что содержание фосфора в теле ракообразных у крупных видов выше, чем у мелких. Поэтому мы предполагали, что крупные виды будут более чувствительны к недостатку фосфора, чем мелкие виды, что может привести при низких содержаниях фосфора в пище к более сильному повышению ПКП у крупных видов, чем у мелких видов. Однако согласно гипотезе «размерной эффективности» Брукса и Додсона (Brooks, Dodson, 1965) крупные виды – более эффективные фильтраторы и по этой причине более сильные конкуренты за пищевые ресурсы. Мы предположили, что изменения в содержании фосфора могут привести к смене доминирования при конкуренции мелких и крупных видов ветвистоусых ракообразных таким образом, что крупные виды будут доминировать при высоком содержании фосфора в пище, поскольку они более эффективные фильтраторы, а мелкие – при недостатке фосфора, т.к. они менее чувствительны к Р-лимитированию.

Для проверки данной гипотезы, мы провели лабораторные эксперименты с крупной *Daphnia magna* и мелкой *Daphnia longispina*, чтобы оценить, как содержание фосфора в водорослях влияет на ПКП каждого из видов и конкурентные взаимодействия между ними. Мы также разработали компьютерную модель, которая рассчитывала динамику численности конкурирующих видов при различных сценариях количества и качества пищи. Наши эксперименты показали, что ПКП меняется в зависимости от содержания фосфора в водорослях. Р-лимитирование приводило к увеличению ПКП у обоих видов, но это увеличение было более сильным у мелкой *D. longispina*. По этой причине *D. magna* была более сильным конкурентом при низком содержании фосфора, а *D. longispina* была сильнее при высоком содержании фосфора. Мы также получили, что увеличение первичной продукции дает крупной *D. magna* дополнительное преимущество из-за ее более высокого репродукционного потенциала при высоких концентрациях пищи относительно мелкой *D. longispina*. Полученные результаты помогают объяснить, почему результаты ранее опубликованных исследований по конкуренции между крупными и мелкими видами были противоречивыми. Наше исследование показывает, что содержание фосфора в пищевых ресурсах может влиять на исход конкуренции между видами ветвистоусых ракообразных и может приводить к смене доминирования между конкурирующими видами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Польского национального научного центра (грант 2019/33/B/NZ8/01567).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЧКОВОГО ПЛАНКТОНА ПО ПРОДОЛЬНОМУ ПРОФИЛЮ РЕКИ ОБИ

Г.В. Феттер^{1,2}, Н.И. Ермолаева¹

¹ Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирск
e-mail: hope413@mail.ru

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск

Река Обь является одним из самых крупных водотоков в России и в мире. Длина Оби — 3650 км, площадь водосборного бассейна — 2 990 000 км². Обь протекает по территории Западной Сибири, пересекая природные зоны степи, лесостепи, тайги и тундры. Исследование таких крупных рек имеет ряд серьёзных трудностей, связанных в первую очередь с большой протяжённостью реки и высокой степени гетерогенности экосистемы.

Целью данной было изучение факторов, определяющих продольное распределение рачкового планктона реки Оби на участке реки от плотины Новосибирской ГЭС (688 км от истока) до пос. Перегребное (2800 км от истока).

Всего в видовом составе рачкового зоопланктона на этом участке выявлено 37 видов Cladocera и 20 видов Copepoda. Из ветвистоусых постоянным компонентом планктона являются представители р. Bosmina. Также в состав зоопланктонного сообщества на всём исследованном участке Оби входят *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus* s.str, *Daphnia longispina*. Из Copepoda в планктоне постоянно присутствовали только *Megacyclops viridis* и *Mesocyclops leuckarti*. При этом долевое соотношение даже «каркасных» видов в сообществе значительно меняется на различных участках реки в зависимости от внешних факторов. Так, доминирующая на большей части изученного участка реки *B. longirostris* показала положительную зависимость от уровня БПК₅, а *B. coregoni* продемонстрировала высокую степень положительной зависимости от концентрации биогенных элементов, в первую очередь соединений азота.

Можно с уверенностью констатировать, что с юга на север наблюдается смена ряда доминирующих таксонов. Вниз по течению реки вид *Bosmina longirostris* постепенно замещается видом *Bosmina coregoni*. Ниже устья Иртыша в состав зоопланктона входят и постепенно начинают доминировать крупные Copepoda *Eurytemora affinis* и *Heterocope appendiculata*.

Значительным является воздействие трофического фактора. Так, пик количественного развития фитопланктона в русле реки Оби зарегистрирован в створе, находящемся в 928 км от истока, а пик численности фитофильного зоопланктона, соответственно, в створе 1430 км от истока. Т.е. сдвиг составил примерно 500 км. С учетом времени добегания воды, это расстояние водная масса проходит примерно за 7 суток, что вполне достаточно для развития очередной генерации ряда фитофильных видов. На всём протяжении исследованного участка наблюдается смена ветвистоусых-фильтраторов на веслоногих-собираателей (в первую очередь из-за смены кормовой базы вследствие изменения температур). Чем севернее — тем меньше первичная продукция и при этом медленнее разлагается растительный детрит и его выгоднее включать в пищевую цепь.

На продольное распределение зоопланктона в русле Оби также существенное влияние оказывают крупные боковые притоки, которые осуществляют перестройку зоопланктонного сообщества за счет привноса в русло принимающей реки новых видов. Кроме того, важным фактором для развития рачкового планктона в русле является наличие пойменных водоемов и степень их сопряженности с руслом.

ФАУНИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПЕРАКАРИД НА АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННОМ УЧАСТКЕ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. УРАЛ

Е.И. Филинова

Саратовский филиал ФГБНУ ВНИРО, 410002 г.Саратов, ул. Чернышевского, 152
e-mail: e.filinowa@yandex.ru

Обобщены результаты многолетних исследований (с 2009 по 2023 гг.) перакарид в верхнем течении реки Урал. Основное внимание было уделено Ириклинскому водохранилищу образованному при зарегулировании стока реки плотиной Ириклинской ГЭС и заливом Ириклинского ущелья. Для водотока характерно крайне неравномерное распределение внутригодового и межгодового стока (Сивохиц, Падалко, 2014; Магрицкий и др., 2018), в связи с чем годовая сработка уровня может достигать 6 м при этом обнажаются значительные площади мелководий (в критических случаях до 30%). В соответствии с принятым районированием в водохранилище выделяют 7 плёсов, в затопленных устьях притоков образованы 3 крупных залива. Гидробиологические съёмки проводились в 4-х плесах и 3-х заливах ежегодно, и в 1 плесе и 1 заливе в отдельные годы трижды за сезон. Исследовали также 3 участка р. Урал: выше зоны подпора водохранилища; в нижнем бьефе плотины ГЭС, отгороженном буферной плотиной на расстоянии 10 км; ниже буферной плотины.

В период исследований в р. Урал выше зоны подпора, как и в водохранилище в первый год его заполнения (Грандильевская-Дексбах, Шилкова, 1971) свободно живущие перакариды отсутствовали. В Ириклинском водохранилище в составе донной фауны с 2009 по 2016 гг. зарегистрировано 8 видов перакарид: региональный вселенец *Gammarus lacustris* G.O.Sars, 1863; представители понто-каспийской фауны мизиды – *Paramysis lacustris* (Czerniavsky, 1882), *Paramysis (Mesomysis) intermedia* (Czerniavsky, 1882), *Paramysis (Metamysis) ullskyi* Czerniavsky, 1882, корофииды - *Chelicorophium maeoticum* Sowinsky, 1898, и *Chelicorophium curvispinum* (Sars, 1895); байкальские субэндемики - *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing 1899) и *Micruropus possolskii* (Sowinsky, 1915). Большинство указанных видов – преднамеренные интродуценты (Грандильевская -Дексбах и др., 1978). К случайным интродуцентам можно отнести *Paramysis (Metamysis) ullskyi* и *Chelicorophium maeoticum*, занесенных в период акклиматизационных мероприятий, а также *Chelicorophium curvispinum*, появление которого в 2021 г. возможно связано с проникновением в водоем с друзьями *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) при выпуске ихтиофауны в ходе компенсационных мероприятий.

В верхних мелководных плесах (Уртазымском и Чапаевском) возможен предпаводковый дефицит кислорода вследствие осенне-зимней и особенно весенней предполоводной сработки уровня. Кроме того, они подвержены влиянию вод, поступающих из расположенного выше по течению резервуара-отстойника Магнитогорского металлургического комбината. На указанных участках перакариды не встречены. Не зарегистрированы вселенцы и в профундали всех нижерасположенных плесов на черных окисленных илах. В донных отложениях профундали на всем протяжении водохранилища выявлено значительное превышение ПДК по ряду тяжелых металлов (Шашуловская и др. 2014).

Плеса и заливы, в которых обнаружены вселенцы, удалены от верховьев водохранилища. Все идентифицированные виды в литорали плесов и профундали заливов встречались редко и единично.

Среди перакарид по исследуемым количественным показателям лидировали *Gmelinoides fasciatus*. Оптимальные глубины для обитания – литораль заливов до изобаты около 3 м, а наибольшая плотность популяции отмечена на песчаных грунтах с камнями и среди ВВР, покрытых обильными обрастаниями нитчатых водорослей. Максимальной плотности популяция достигала в р. Урал на участке, отсеченном буферной плотиной, где сформирован оптимальный для обитания биотоп. Зарегистрировано проникновение ниже буферной плотины в р. Урал единичных экземпляров *Gmelinoides fasciatus* и *Paramysis lacustris*.

Интродукция перакарид в Ириклинское водохранилище, в отличие от многих водоемов европейской части России, не привела к ожидаемому результату, несмотря на достаточно благоприятный температурный режим и отсутствие пищевой конкуренции со стороны аборигенной фауны. Пространственное распространение видов-интродуцентов могут сдерживать нестабильный гидрологический и неблагоприятный гидрохимический режимы.

СОСТАВ СУБФОССИЛЬНЫХ CLADOCERA ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БАЛЫКТУКЕЛЬ (УЛАГАНСКОЕ ПЛАТО, РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

Л.А. Фролова^{1,2}, Н.М. Нигматуллин¹, Н.А. Рудая²

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Республика Татарстан,
г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.

² Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирская обл.,
Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 17.
e-mail: larissa.frolova@kpfu.ru

Проведено исследование колонки донных отложений озера Балыктукель (N 50°32'2.8", E 87°42'28.4", 1842 м над уровнем моря), расположенного на высокогорном плато Улаган в северо-восточной части Алтайских гор (Karachurina et al., 2023). Колонка длиной 235 см была отобрана на глубине 23.9 м с помощью пробоотборника Uwites (Австрия) в июле 2018 года. Возраст исследованной колонки составил 6800 кал. л. н.

В результате кладоцерного анализа колонки донных отложений было выявлено 24 таксона ветвистоусых ракообразных, из которых 17 принадлежит семейству Chydoridae. Роль доминанта в сообществе выполняла *Daphnia longispina* agg. (74.28%). Второстепенными таксонами оказались: *Bosmina longirostris* (6.28%), *Alona guttata* / *Coronatella rectangula* (4.23%) и *Alonella nana* (3.76%). На основе изменений в составе кладоцерных сообществ оз. Балыктукель были выделены пять фаунистических зон.

CZI (234-212 см; 6.8-6.2 кал. тыс. л. н.). Зона характеризуется доминированием пелагической *D. longispina* gr. (66.52 %). Тут же наибольшего своего развития достигает *Daphnia pulex* agg. (10.63%). Второстепенную роль в сообществе также выполняли *A. guttata* / *C. rectangula* (7.18%) и *A. nana* (4.74%). На данный горизонт приходится пик развития литоральных таксонов, по сравнению с последующими периодами. Теплолюбивая *Leydigia leydigi* (Котов и др., 2010) имела относительно высокую численность в этой зоне. Были развиты мелководные зарастающие участки в озере, о чем свидетельствует высокая численность *A. guttata* / *C. rectangula* и *A. nana* в этой зоне. CZII (212-146 см; 6.2-4.2 кал. тыс. л. н.). Количество *D. longispina* agg. в этой зоне увеличивается до 76.47%, а доля *D. pulex* agg. значительно падает. Второстепенные таксоны сохранили относительно постоянное количество: *A. nana* (5.22%) и *A. guttata* / *C. rectangula* (5.19%). Отметим некоторое увеличение количества остатков холодноводного *A. intermedia* (Błędzki and Rybak, 2016). Кроме этого, наблюдается снижение количества литоральных таксонов. CZIII (146-80 см; 4.2-2.0 кал. тыс. л. н.). Зона характеризуется увеличением доли *D. longispina* agg. до 80.24%, при уменьшении доли *D. pulex* agg. и литоральных таксонов. Второстепенную роль играет *A. nana* (5.22%). По-прежнему доминируют пелагические организмы. CZIV (80-16 см; 2.0-0.3 кал. тыс. л. н.). Доля *D. longispina* agg. (83.96%) достигает максимальных значений в этой зоне. Второстепенным таксоном вновь становится *A. guttata* / *C. rectangula* (4.21%). Мы регистрируем значительное снижение *A. nana* (1.56%), обитающего на песчаной литорали и среди сфагнома, который предпочитает кислые олиготрофные и мезотрофные водоемы (Коровчинский и др., 2021). Это указывает на увеличение значений pH воды в описываемый период. CZV (16-0 см; 0.3-0 кал. тыс. л. н.). В этой зоне наблюдаются резкие изменения в планктонных сообществах кладоцер. Численность *D. longispina* agg. уменьшается почти до полного исчезновения в самом верхнем слое. Его заменяет более мелкая и относительно теплолюбивая *Bosmina longirostris*, часто являющаяся показателем возросшего уровня трофности водоема.

В результате палеолимнологического анализа колонки донных отложений озера Балыктукель был выявлен состав сообществ Cladocera с доминированием *D. longispina* agg. Наиболее значимые изменения со сменой доминанта произошли в верхней части колонки донных отложений, вероятнее всего в результате температурной или антропогенной эвтрофикации водоема.

Анализ субфоссильных Cladocera проведен в рамках проекта РНФ 20-17-00110. Обработка полевого материала и термо-химическая пробоподготовка образцов выполнена в рамках государственного задания КФУ FZSM-2023-0023 в сфере научной деятельности.

КЛАДОЦЕРНЫЕ СООБЩЕСТВА ВОДОЕМОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ В ПЕРИОД МИС 5Е

Л.А. Фролова^{1,2}, Н.М. Нигматуллин¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Республика Татарстан,
г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.

² Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирская обл.,
Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, д. 17.
e-mail: larissa.frolova@kpfu.ru

Последнее межледниковье, отделенное от текущего голоцена продолжительной ледниковой эпохой, в стратиграфических схемах Западной и Центральной Европы оно выделяется как эемское межледниковье, в Европейской России - как Микулинское, в различных региональных схемах ему соответствует Казанцевское (Западная Сибирь), Сангамонское (Северная Америка) межледниковье (Величко, 1973; Гричук, 1961; Палеоклиматы и палеоландшафты..., 2011) или морская кислородо-изотопная стадия MIS 5e (124–119 тыс. лет назад).

Были исследованы клadoцeрные сообщества донных отложений Крест-Юрjхских отложений палеоводоемов на острове Большой Ляховский и Ойгосском Яру на побережье пролива Дмитрия Лаптева. Полевые исследования по обе стороны пролива Лаптевых проводились в 2002, 2007 и 2014 годах в рамках совместных российско-немецких экспедиций. Впервые были получены данные о составе клadoцeрных тафоценозов донных отложений озер, существовавших здесь в период МИС 5е. Ископаемые остатки клadoцeр донных отложений на острове Большой Ляховский и Ойгосский Яр отличались хорошей степенью сохранности. В общей сложности в составе тафоценозов идентифицировано 13 таксонов. Наиболее часто в донных отложениях отмечались остатки таксонов *Chydorus* cf. *sphaericus*, *Bosmina* sp. и *Daphnia pulex* gr. В водоемах на острове Б. Ляховский зафиксированы низкие концентрации остатков ветвистоусых ракообразных при доминировании *Chydorus* cf. *sphaericus*. Находки клadoцeр в палеоозерах на Ойгосском Яру более разнообразны и имеют гораздо более высокие концентрации. Большинство остатков ветвистоусых ракообразных Ойгосского Яра относятся к литоральным фитофильным таксонам, тесно связанным с макрофитами. В сообществах клadoцeр Ойгосского Яра наряду с холодноводными представителями обнаружены и более теплолюбивые таксоны, в частности, находки вида *Leydigia leidigi* на побережье Ойгосского Яра указывают на более теплые условия в МИС 5е. По данным Д. Флёсснера, этот вид отсутствует в аркто-субарктических зонах и представлен лишь в бореальной зоне (Flößner, 2000).

Таким образом, климатические условия в период МИС 5е в водоемах на побережье Ойгосского Яра были благоприятнее для ветвистоусых ракообразных, чем в палеоозерах острова Б. Ляховского. Находки остатков клadoцeр значительно севернее их современных ареалов позволяют реконструировать более теплые климатические условия. Составы тафоценозов Cladocera Ойгосского Яра свидетельствуют о наличии хорошо развитой литоральной зоны в палеоозёрах.

Анализ субфоссильных Cladocera проведен в рамках проекта РНФ 24-17-00192. Термо-химическая пробоподготовка образцов выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности КФУ FZSM-2023-0023.

**ПЛАНКТОННЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CLADOCERA, COPEPODA)
КАМСКОГО И ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ
И ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ**

Е.М. Целищева

*Пермский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
614002, г. Пермь, ул. Чернышевского, дом 3
e-mail: lady_in_red91@mail.ru*

Камское и Воткинское водохранилища первые ступени каскада водохранилищ на р. Кама, это самый крупный и многоводный приток р. Волга.

Данная работа выполнена на основе материала, собранного в летний период на Камском и Воткинском водохранилищах с 2014 по 2023 гг. По нашим собранным материалам и архивным данным ПермНИРО в водохранилищах отмечается тенденция к возрастанию биомассы зоопланктона, на Камском водохранилище с 2007 г., на Воткинском с 2011 г. Происходит это за счет увеличения роли ракообразных в зоопланктоне водохранилищ.

В Камском водохранилище основу биомассы формируют Cladocera (41-72%), они же часто доминируют (8-47%) по численности. Почти всю биомассу зоопланктона (до 90%) на всей акватории водохранилища образовывала *Daphnia galeata* Sars, 1864. Copepoda так же были довольно многочисленны (31-68% N_{общ}), особенно в приплотинном районе водохранилища (30-83% N_{общ}). Самыми массовыми среди веслоногих рачков были виды *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) (до 30% N_{общ}) и *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) (до 22% N_{общ}).

Основу биомассы зоопланктона Воткинского водохранилища как правило формируют Cladocera (36-88%), преимущественно крупная кладоцера *Daphnia galeata* (30-82% V_{общ}). За 2022-23 гг. возросла роль *Bosmina (Eubosmina) cf. crassicornis* Lilljeborg, 1887, она формировала до 24% V_{общ}. Вклад Copepoda в численность сообщества варьировал в пределах 20-59%, наиболее массовыми видами среди них были *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus* и *Heterocope appendiculata* Sars, 1863.

Вселенцы среди ракообразных отмечаются в обоих водохранилищах. Среди них *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891) отмечается с 2016 года, встречался чаще в нижнем районе Камского водохранилища, Чусовском заливе и верхнем районе Воткинского водохранилища. С 2016 года отмечается копепода *Heterocope caspia* Sars, 1897, этот вид встречается в водохранилищах повсеместно. *Eurytemora caspica* Sukhikh et Alekseev, 2013 встречается с 2012 года, в Камском и Воткинском водохранилищах.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ ЦИКЛОПИД ОСТРОВА САХАЛИН

О. Чабан¹, Д. Заварзин², В. Алексеев¹

¹ Зоологический институт РАН, С-Петербург;

² Сахалинский филиал Российского федерального научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии («СахНИРО»), Южно-Сахалинск

Сахалин - крупнейший из островов северной части Тихого океана, его длина составляет 948 км, а площадь — 76400 км², входя в двадцатку крупнейших островов мира. В то же время с точки зрения изучения фауны пресноводных циклопид он остается одним из наименее изученных регионов Голарктики. Настоящая работа основана на материале, собранном в ходе нашей 10-дневной экспедиции на остров Сахалин в конце июля 2022 года. Всего было собрано 88 проб в четырех районах, равномерно делящих остров с юга на север, в различных типах водоемов: лужи, болота, придорожные канавы, реки, ручьи, озера, пруды, заливы. Из каждого водоема (общее количество 54), где это было возможно, отбиралось по одной пробе планктонной сетью, а также одна-две литоральные пробы ручным сачком кошением у берега среди зарослей макрофитов. На начало наших исследований в фауне Сахалина было отмечено всего 12 видов пресноводных циклопид, и все они относятся к видам, ранее описанным из водоемов Европы. Следует сказать, что нами были найдены только 4 из этих 12 видов, но и эти найденные формы требуют более тщательного сравнения с соответствующими европейскими, что осуществляется в настоящее время. Кроме того, в собранном нами материале обнаружено 18 новых для острова видов, в том числе 4 новых для фауны России, из которых 2 вида сейчас определены как новые для науки, их описания в настоящее время находятся в процессе опубликования. В материале экспедиции 2022 года обнаружены представители родов: *Eucyclops* (5 видов), *Acanthocyclops* (4 вида), *Paracyclops* (2 вида), *Diacyclops* (2 вида), *Thermocyclops* (2 вида) и по одному представителю *Cryptocyclops*, *Ectocyclops*, *Mesocyclops*, *Macroscyclops*, *Megacyclops*, и *Microcyclops*. В водоемах северной части Сахалина были встречены виды, характерные как для арктического комплекса (*Acanthocyclops capillatus* (Сарс Г.О., 1863)), так и для Восточной Сибири (*Eucyclops arcanus* Alekseev, 1990). В южной части острова были отмечены более теплолюбивые формы: *Eucyclops agiloides roseus* Ishida, 1997 и *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). Интересны также нахождение в планктоне паразитических циклопид, в количестве, сопоставимом со свободноживущими видами циклопид, что встречается довольно редко. В старицах двух рек Сахалина обнаружены многочисленные популяции свободноживущих стадий *Ergasilus briani* Markewitsch, 1932. Было отмечено, что паразитические формы наиболее многочисленны были в литоральной, наиболее мелководной части водоемов, заросшей макрофитами. Проведенный нами двухфакторный дисперсионный анализ, в ходе которого изучалось влияние измеренных параметров среды (температура воды, pH, электропроводность, глубина взятия пробы) и типа водоемов на количество видов в данном водоеме, показал статистически значимую связь между биологическим разнообразием пресноводных циклопид, типом водоема и температурой среды. Возможное влияние на биоразнообразие других факторов обсуждаются.

Работа выполнена при поддержке гос. задания № 122031100274-7. В работе использовалась Федеральная коллекция Зоологического института РАН.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВКЛАДА САТЕЛЛИТНОГО
МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА В ТЕЛАХ БОКОПЛАВОВ *ECHINO GAMMARUS OLIVII*
И МОЛЛЮСКОВ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* В ОБЩЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА**

В.П. Чекалов, Е.А. Иванова, М.Б. Гулин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр
"Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН",
299011, Россия, г. Севастополь, пр-т Нахимова, д. 2
e-mail: m_gulin@mail.ru

Бактериальная колонизация биологических объектов, в частности в водной среде, делает актуальным вопрос о соотношении потребления кислорода в системе “гидробионт – микрофлора обрастания”. Измерение интенсивности дыхания водных животных обычно фиксирует их совокупную величину. Если при некоторых исследованиях на макроуровне это не является принципиально важным, то такой подход при изучении физиологических особенностей отдельных особей, связанных с энергетическими потоками, может привести к искажению результатов. С целью изучения соотношения объемов потребления кислорода в данных системах были поставлены эксперименты с обитающими в верхней зоне сублиторали рачками *Echinogammarus olivii* (Milne-Edwards, 1830) с длиной тела 5 мм и представителями моллюсков *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) Чёрного и Азовского морей. Измерение скорости потребления кислорода проводили с помощью респирометрической камеры объёмом 60 мл, герметично соединённой с кислородным датчиком LDO-оксиметра HQ40d (Hach, США). Первоначально определяли его совокупное потребление представителем макрофауны, а также сопутствующей перифитонной и планктонной микрофлорой (M+BS+BW). После смены воды в измерительной ёмкости, с помощью антибиотика широкого спектра действия (амикацина) подавляли бактериальную составляющую, измеряя, таким образом, дыхание непосредственно животного (M). В дальнейшем, для вычисления вклада ассоциированной с ним сателлитной микрофлоры (BS), определяли утилизацию кислорода в воде бактериопланктоном (BW). В суммарном потреблении кислорода доля, приходящаяся на бактерии перифитона оказалась вполне соизмерима с его утилизацией самим животным. Для гаммаруса, в частности, она даже несколько превышала скорость дыхания рачка, составляя 5.30 и 4.43 мкг/ч соответственно. При этом, в течение всего времени измерения до полной утилизации кислорода, рачок весом 8,2 мг при температуре 25°C потреблял в среднем $3,76 \pm 0,73$ мкгO₂/ч. Используя уравнение зависимости скорости потребления кислорода от массы тела ракообразных $Q = 0.18W^{0.75}$, где W – вес особи в граммах сырого веса, и с учётом температурной поправки, мы получили, что для рачка массой 0.0082 г значение Q составляет 7.35 мкг/ч. Это значение близко к полученной нами суммарной респираторной активности гаммаруса и связанных с ним бактерий (9.73 мкг/ч). Аналогичные расчёты скорости потребления кислорода для мидий размером около 3 см дают колебание от 106 до 180 и более мкг O₂/ч/экз. Это также соответствует полученному нами суммарному значению, тогда как по результатам эксперимента доля непосредственно моллюска в этом процессе колебалась в пределах 43 – 75%.

По ходу измерения, когда содержание кислорода снизилось до 2,63 мг/л, моллюск закрыл створки, перейдя в пассивное состояние. Это позволило определить интенсивность совместного дыхания перифитонной микрофлоры на поверхности створок и свободноживущих водных бактерий. Оно оказалось равным в среднем 16 мкг/ч, из которых 7 мкг/ч приходилось на бактериопланктон. Потребление же кислорода всеми бактериями-сателлитами, находящимися как на поверхности мидии, так и во внутреннем объёме составило 65 мкг/ч. Отсюда, скорость утилизации кислорода бактериальным сообществом внутри моллюска достигала порядка 56 мкг/ч, что более чем в 6 раз выше, чем снаружи.

ПЛАНКТОННЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ ОЗЕР ЗАПОВЕДНИКА «РДЕЙСКИЙ»

А.В. Черевичко

Псковский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии («ПсковНИРО»), ул. Максима Горького, 13, Псков, Россия, 180007
e-mail: acherevichko@mail.ru

Рдейский заповедник территориально расположен на Полистово-Ловатском верховом болотном массиве в центральной части Приильменской низменности.

Материал был собран в августе 2021 г. в озерах заповедника: Роговское, Большое Горецкое, Малое Горецкое, Домшинское, Поддомша, Островистое, Корниловка, Чудское, Глубокое, Березайка, Иванцевское, Погорельское, они представляют собой кислые водоёмы, со своей спецификой в гидрохимических показателях и составе зоопланктона. Хозяйственная деятельность на них минимальна, источники поступления загрязнителей в водоёмы отсутствуют, гидробионтов влияют лишь динамические условия естественной среды, основным из которых является кислотность.

В озерах пробы были собраны на двух станциях, в центре озера и в прибрежье, облавливали столб воды от дна к поверхности стандартной количественной сетью Джеди (газ № 64), в прибрежье озера пробы собирали фильтрованием 50 л воды через гидробиологический сачок (газ № 64). Пробы фиксировали раствором формалина (4%) и обрабатывали в лаборатории стандартными гидробиологическими методами.

В период исследований в составе зоопланктона изучаемых озёр было встречено 24 таксона ракообразных рангом ниже рода, из которых: 5 – веслоногие (Copepoda) и 19 – ветвистоусые (Cladocera). Все виды за исключением *Heteroscope sp.* (вид требует уточнения), были ранее отмечены в водоёмах Полистово-Ловатской болотной системы. Последний был обнаружен в оз. Погорельское, которое расположено отдельно от всех на западной границе заповедника и представляет собой бессточный водоём, в котором отсутствует ихтиофауна, что, очевидно, и стало основным фактором для удачного существования здесь этого крупного рачка.

В целом видовой состав зоопланктона типичен для данного типа озёр, водосбор которых занят преимущественно верховым сфагновым болотом. Кроме массовых пелагических видов, в пробах встречены донные (пр. *Alona*, *Pleuroxus*, *Megacyclops viridis*) литорально-зарослевые (*Sida crystalina*, *Acroperus harpae*, *Graptoleberis testudinaria*) и виды обитатели сфагновых биотопов (*Acantholeberis curvirostris*, *Scapholeberis microcephala*).

Количественные показатели зоопланктона исследованных озёр варьировали в широких пределах численность составляла от 28,82 до 322,26 тыс. экз./м³, биомасса от 0,47 до 7,85 г/м³. Доли представителей отдельных систематических групп в общей биомассе определялись составом доминантного комплекса. Так в большинстве озёр юго-восточной группы в состав доминантов входила *Ceriodaphnia quadrangula*, в Горецких озерах ведущее место занимал *Eudiaptomus graciloides*. В то же время в озерах северной группы (Чудское, Березайка, Глубокое и Глухое) основу биомассы составлял *Holopedium gibberum*. В озерах Кривое и Погорельское первое место занимала *Diaphanosoma brachyurum*. Все доминирующие виды относятся к олигосапробам — обитателям слабо загрязнённых органическим веществом вод.

Доминирование видов олигосапробов позволяет отнести все исследованные озера к олиготрофным (бедным органическим веществом), а их воды, по составу зоопланктона, соответствуют II классу качества (чистые) индекс сапробности 1,0 — 1,5, метод Пантле-Букка в модификации Сладечека (Sladěček, 1973).

Количественные показатели зоопланктона, в частности величина летней биомассы, позволяют считать озера высококорными, т.е. с благоприятными условиями для развития молоди рыб. Поскольку основным представителем ихтиофауны большинства озёр является окунь, можно отметить, что кормовая база (зоопланктон) не ограничивает развитие окуня на ранних личиночных и мальковых стадиях.

Работа выполнена при поддержке администрации ФГБУ «Государственный заповедник «Рдейский»

МИКРОРАКООБРАЗНЫЕ (CLADOCERA И COPEPODA) РАВНИННЫХ И ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВ

Е.С. Чертопруд^{1,2}, А.А. Новиков¹, А.А. Новичкова², П.Г. Гарибян¹, И.А. Дадыкин²

¹ Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Ленинский просп., 33, 119071

² Биологический ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Ленинские Горы, 1, ст. 12, 119234

e-mail: horsax@yandex.ru , aleksandr-novikov-2011@list.ru , anna.hydro@gmail.com ,

petr.garibyan21@mail.ru , ivan.dadykin00@yandex.ru

Фауна водных беспозвоночных полярных регионов Средней Сибири изучена фрагментарно. Средняя Сибирь лежит на севере Евразии, между долинами рек Енисей и Обь, и включает как равнинные, так и горные ландшафты. *Цели исследования:* 1. Провести инвентаризацию фауны планктонных и бентосных микроракообразных, населяющих малые водоемы, дельты реки Лена, плато Путорана и Анабарского плато. 2. Выяснить как отличается структура сообществ и регулирующие ее факторы среды в водоемах горных плато и равнинной тундры. 3. Выполнить биогеографический анализ региональных фаун микроракообразных севера Сибири.

По оригинальным и литературным данным в дельте реки Лены, Анабарском плато и плато Путорана обнаружено 82 вида Cladocera и 132 вида Copropoda: 35 видов из отряда Calanoida, 50 из отряда Cyclopoida и 49 из отряда Harpacticoida. Значительно расширен список фауны для Анабарского плато, слабо охваченного исследованиями планктонных и бентосных сообществ. После обработки материалов экспедиции 2023 г., фауна этого региона включает 50 видов Cladocera и 60 видов Copropoda, из которых 47 отмечены впервые для региона, а 5 – потенциально новые для науки. Таким образом, список фауны микроракообразных района Анабарского плато увеличен на 43% от общего видового богатства.

Разнообразие Cladocera на 28-35% выше в горных районах, расположенных южнее, чем равнинная дельта реки Лены. Кроме того, горный рельеф позволяет формироваться в долинах микроклимату, благоприятному для обитания теплолюбивых видов. Разнообразие Calanoida и Harpacticoida, напротив, на 42-62% выше на равнинах, чем в горных районах. С одной стороны, это обусловлено высоким разнообразием типов водоемов в дельте. С другой стороны – низкими расселительными способностями копепоид этих отрядов, что снижает эффективность преодоления ими горных водоразделов, являющихся барьерами для проникновения в водоемы плато.

Во всех трех сравниваемых регионах Средней Сибири наиболее богата озерная фауна микроракообразных, на втором месте фауна временных водоемов, а на третьем – фауна рек, ручьев. Таксономическая и функциональная структура комплексов микроракообразных была сходной в водоемах одного гидрологического типа. В озерах ключевые комплексобразующие позиции доминантов занимали истинно планктонные виды Calanoida и Cyclopoida разных трофических групп, а из Cladocera – представители родов *Daphnia* и *Bosmina*. В реках и ручьях структура видовых комплексов была упрощенной и лидировали донные растительноядные Harpacticoida, а также Cyclopoida рода *Diacyclops*.

При формировании сообществ зоопланктона в равнинных водоемах дельты реки Лена были важны факторы кислотности (рН) и температуры, объясняющие 16-18% изменчивости видового состава. Для мейофауны, представленной преимущественно видами Harpacticoida, наиболее значимым был фактор состава макрофитов (37%). Все ключевые условия среды были скоррелированы с возрастом термокарстового водоема, определяющим изменчивость его гидрологии и гидрохимии. При формировании сообществ водоемов горных плато был важен фактор высоты над уровнем моря и скоррелированные с ним глубина залегания мерзлоты, минерализация вод и состав макрофитов. Для зоопланктона эти факторы среды объясняли 18-27% изменчивости структуры сообществ, а для мейобентоса – 20-27% изменчивости.

Фауны Copropoda и Cladocera регионов Средней Сибири состоят из видов, принадлежащих к арктическому и восточноазиатско-североамериканскому фаунистическим комплексам, а также видов, имеющих широкое распространение. Это указывает как на географическую локализацию регионов, так и на присутствие в фауне берингийских реликтовых видов.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-24-00054. Благодарим ФГБУ «Объединенную дирекция заповедников Таймыра» за помощь в организации экспедиций.

РАЗНООБРАЗИЕ ГАРПАКТИКОИД (HARPACTICOIDA, COPEPODA) В ЛИМАНАХ И ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ – ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФАУНЫ НА ГРАДИЕНТЕ СОЛЕННОСТИ

Е.С. Чертопруд

Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук,
Москва, Ленинский проспект, 33, 119071, Россия
e-mail: horsax@yandex.ru

Сарматский бассейн, существовавший 10.5-14 млн. лет назад и включал в себя современные акватории Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей. После его распада образовавшие моря/озера имели очень разную историю развития как гидрологии, так и населяющих их фаун. *Цель исследования:* оценка видового богатства гарпактикоид лиманов и мелководья Каспийского моря в широтном диапазоне от дельты реки Урал (Казахстан) до южных районов на территории Ирана.

Методика. Отбор проб выполнен в весенние и летние сезоны в период с 2011 до 2023 гг. В северной части побережья Каспийского моря материал собран в районе дельты реки Урал (Казахстан), на мелководьях острова Малый Жемчужный (около дельты реки Волга) и острова Нордовый (Кизлярский залив). Для Среднего Каспия изучены побережья в районе городов Актау (Казахстан) и Махачкала, а также на мелководье Апшеронского полуострова (Азербайджан). В Южном Каспии собран материал в Кызылагаджском заливе (Азербайджан) и нескольких районах иранского побережья вблизи городов Решт и Амоль. Всего обработано около 100 количественных мейобентоса.

Результаты. Составленный на основании оригинальных и литературных данных список видов гарпактикоид Каспийского моря включает 30 видов из 17 родов и 11 семейств. По сравнению с ранее опубликованным списком (Chertoprud et al., 2018) для Каспийского моря впервые найдены: *Microarthridion littorale* (Pope, 1881) – космополитный солоноватоводный вид семейства Tachidiidae; *Mesochra aestuarii* Gurney, 1921, ранее известная из Аральского, Черного, Средиземного морей, а также Северо-восточной Атлантики, Северного моря и Балтики. Три вида (*Tisbe* sp. nov., *Paronychocamptus* sp. nov. (вид найден также в Черном море) и *Kollerua* sp. nov.) являются новыми для науки. Специфика фауны гарпактикоид Каспия не высокая. Только шесть видов являются эндемиками (*Halectinosoma concinnum* (Акатова, 1935), *Paraleptastacus caspicus* Sterba, 1973, *Schizopera akatovae* Боруцкого, 1953, *S. rybnikovi* Chertoprud, Kornev, 2005, *Kollerua* sp. nov. и *Tisbe* sp. nov.), что составляет 20% от общего списка видов. Космополиты и широкобореальные виды составляют 36% от общего видового разнообразия. Эпибентосные гарпактикоиды (семейства Canthocamptidae, Cletodidae, Ectinosomatidae, Harpacticidae, Laophontidae, Miraciidae, Nannopodidae, Tachidiidae) доминируют в фауне и составляют более половины видового богатства (19 видов). Число факультативных интерстициальных видов (семейства Ameiridae и Canthocamptidae, роды *Mesochra* и *Canthocamptus*) было ниже (8 видов, или 27% от общего богатства). Облигатные интерстициальные и фитальные Harpacticoida встречаются редко и представлены *Paraleptastacus caspicus* (Leptastacidae) и *Tisbe* sp. nov. (Tisbidae), соответственно. Среди видов комменсалов отмечен *Nitokra divaricata*, обитающий на жабрах и поверхность панциря раков семейства Astacidae. Планктонные гарпактикоиды, типичные для большинства морских вод, в Каспийском море пока не обнаружены. Основную часть фауны (78%) составляют солоноватоводные виды, пресноводные и морские виды объединяют 12% и 10%, соответственно. Характерно, что в Северном Каспии, при пониженной солености (> 10-11 ‰), основными доминантами в сообществах являются виды рода *Nitokra*, в том числе пресноводные. В более соленом (11-13‰) Среднем Каспии многочисленнее солоноватоводные представители родов *Schizopera* и *Mesochra*. При этом, общее число видов гарпактикоид возрастает от северных районов к южным. Увеличение разнообразия группы вместе с повышением солености характерно как для эстуарных систем, так и для солоноватоводных озер в макромасштабе пространства.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-14-00128.

**СЛОЖНОСТЬ СИСТЕМЫ ТРОФИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ
GAMMARUS AEQUICAUDA (AMPHIRODA) В ГИПЕРСОЛЕНОМ ОЗЕРЕ**

Н.В. Шадрин, В.А. Яковенко, Е.В. Ануфриева

ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени
А.О. Ковалевского РАН», 299011, Севастополь, проспект Нахимова, 2
e-mail: snickolai@yandex.ru

Сложные системы состоят из множества взаимодействующих подсистем и имеют новые эмерджентные свойства, которые отсутствуют у подсистем. Трофические сети – один из примеров. Наиболее часто в попытках понять взаимосвязь видов используют бинарный подход типа «хищник–жертва». Р. Маргалеф писал: «В теории игр игра трех лиц с нулевой суммой качественно отлична от игры двух лиц. Экологи, будучи оптимистами, счастливо проскочили эту ситуацию и занялись сразу сетями сложных взаимодействий, обнаружив в результате лишь то, что такие сети действительно представляют собой сложные проблемы». В докладе рассматривается сложность трофических отношений амфиподы *Gammarus aequicauda*, высшего хищника в гиперсоленых озерах Крыма. Много лет авторы проводят полевые и экспериментальные исследования в этом направлении. Спектр питания данного вида очень широк, от растительного детрита до планктонных и бентосных беспозвоночных разного размера. В экспериментах использовали пищевые объекты: растительный детрит, планктонных *Moina salina* (размер 1 мм), *Artemia* sp. (размер 9 мм) и бентосных беспозвоночных (личинки хирономид, 11 мм). Поставлено два варианта опытов «хищник – один тип пищи» и «хищник – два вида жертв». Полученные данные показали, что есть: 1. особенности пищевого поведения при питании разными пищевыми объектами, 2. существуют половые различия в пищевом поведении, 3. в присутствии двух жертв поведение отличается, от того, что наблюдается при наличии только одного вида жертв, 4. в процессе акклимации к определенному виду жертв хищник способен обучаться более успешному ее поиску и потреблению, что повышает энергетическую эффективность питания, 5. наличие двух и более видов жертв повышает стабильность пищевых взаимодействий. Экспериментальные данные позволили лучше понять динамику хищника и жертв в озере Мойнаки.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Экосистемы экстремальных местообитаний Азово-Черноморского бассейна и других регионов: биоразнообразие, функционирование, динамика и биоресурсный потенциал» (№ гос. регистрации 1023032700552-4-1.6.16;1.6.19;1.6.18;1.6.12;1.6.23).

**НОВЫЕ НАХОДКИ И ИСЧЕЗНОВЕНИЯ УЗКОПАЛОГО РАКА
PONTASTACUS LEPTODACTYLUS НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

А.Н. Шаров¹, Н.А. Березина², П.М. Терентьев³, А.А. Максимов²

¹ Институт биологии внутренних вод им. Папанина РАН, п. Борок, 109, 152742, Ярославская обл.
e-mail: sharov@ibiw.ru

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., д. 1, 199034, г. Санкт-Петербург
e-mail: nadezhda.berezina@zin.ru

³ Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН,
ул. мкр. Академгородок, д. 14а, 184209, г. Апатиты, Мурманская область
e-mail: p.terentjev@ksc.ru

Узкопалый рак *Pontastacus leptodactylus* известен как вид, расширяющий свой ареал в северных районах Европы. Целью исследования является представление новых находок, проверка ранее известных мест находок *P. leptodactylus* в северо-западном регионе России (Карелия, Мурманская и Архангельская области) и обсуждение возможных причин его современного расширения ареала на север и исчезновения в южных точках этого региона.

Двадцать лет назад северная граница ареала *P. leptodactylus* проходила от южной Финляндии до северо-востока Ладожского озера, огибая к северу Онежское озеро и далее на восток до Северной Двины. На сегодняшний день, он исчез из многих северных озер и рек, встречаясь лишь в 25% ранее известных местонахождений (в основном в южной Карелии), где этот вид активно расселялся в 1920–1970-е гг. В то же время в последнее десятилетие *P. leptodactylus* отмечен севернее, в озерах у побережья Белого моря. Учитывая, что часть новых местонахождений *P. leptodactylus* расположена на незаселенных человеком территориях, причиной расширения ареала этого рака вблизи арктических районов может быть его естественное расселение. Потепление климата также может способствовать успешная адаптация и расселение этого вида.

Нами было обследовано 52 участка в озерах, реках и прудах в Карельской, Архангельской и Мурманской областях. В 2018–2020 гг. *P. leptodactylus* был обнаружен в трех новых северных точках, таких как озеро Круглое (всего на 30 км ниже полярного цикла) и арктические озера: Имандра и Семеновское (Мурманская обл.). Всего в 25 местах вид был зарегистрирован. Среди них 12 пунктов, где *P. leptodactylus* был впервые интродуцирован и акклиматизирован в 1960–70-е годы. Исходя из отсутствия на 45 участках, где ранее был известен *P. leptodactylus*, можно сделать вывод об относительно высоком уровне его исчезновения из ранее известных местонахождений, т.е. примерно из $\frac{3}{4}$ озер. В то же время в последнее десятилетие он распространился на некоторые новые территории. Вид отмечен в Архангельской области, в озёрах Кенозеро и Лекшмозеро бассейна р. Онеги, в озёрах Березниковское и Ковозёро бассейна Северной Двины, на побережье Белого моря и в некоторых новых местах севера Карелии. Приведены численность и размерные характеристики *P. leptodactylus* в этих местах. Плотность населения значительно различалась в зависимости от населенного пункта. Популяция вида наиболее многочисленна в бассейне р. Шуи (оз. Гомсельга), куда была завезена более 60 лет назад. Однако в последние годы появилась информация о ее деградации.

Анализ современного распространения *P. leptodactylus* на северо-западе России показал весьма ограниченные ареалы его существования, что оставило неясным вопрос о его статусе в северных регионах России: является ли он уязвимым видом, который необходимо включить в список охраняемых видов или восстанавливающийся вид, использующий свои биологические особенности для успешного расширения своего ареала на север и нуждающийся в эффективных программах управления для контроля его распространения? В будущем можно ожидать расширения его ареала за счет потепления климата в северных широтах, а также возможного восстановления вымерших популяций в озерах Карелии.

МОРФОЛОГИЯ БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ВИДОВ ГРУППЫ *CYCLOPS ABYSSORUM* S. STR.

Н.Г. Шевелева¹, А.С. Семенова^{2,3}, Е.Ю. Афонина⁴, С.Ю. Неронова⁵

¹ Лимнологический институт СО РАН, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 3
e-mail: shevn@lin.irk.ru

² Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), 236022, г. Калининград,
ул. Дмитрия Донского, д. 5

³ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Россия 152743, Ярославская обл.,
Некоузский р-н, п. Борок
e-mail: a.s.semenowa@mail.ru

⁴ Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а
e-mail: kataf@mail.ru

⁵ Иркутский государственный университет, 664033, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, д.1
e-mail: velior-13@yandex.ru

Идентификация видов группы *Cyclops abyssorum* s. str. как в прошлом веке, так и в настоящее время вызывает трудности. Это связано как с отсутствием современных определителей, так и с относительно редким их нахождением (виды этой группы присутствуют в горных глубоководных труднодоступных водоемах). Также трудности идентификации связаны с особенностями микровооружения максиллипеда, антеннулы самца, интеркоксальной пластинки РЗ.

К группе *abyssorum* s. str. относили крупных циклопов, размер которых был более 2 мм, вооружение ног по Terni. Так, по нашим данным крупными являются *Cyclops bohater* Kozminski, 1933 (размер самки от 1,7 до 2,4 мм), *Cyclops gracilipes* Sars, 1903 (1,5-2,1 мм), *Cyclops glacialis* Flössner, 2001 (1,5-1,9 мм), самый маленький из этой группы это *Cyclops mongolensis* Einsle, 1992 (1,3-1,5мм).

Так, ранее для водоемов Дархатской котловины А. Дулмаа (1962, 1965) указывала в составе циклопоидных копепод *Cyclops abyssorum* (= *C. glacialis*). *C. glacialis* был впервые описан D. Flössner (2001) из высокогорных озер северо-востока Монголии. Для озера Хубсугул многие исследователи (Дулмаа, 1965, 2009; Pomazkova, Sheveleva, 2006) в качестве доминантного вида отмечали *C. abyssorum* (= *C. mongolensis*), первое краткое описание этого вида сделано U. Einsle (Einsle, 1992). Позже, дано подробное описание, иллюстрированное фотографиями, полученными с помощью СЭМ (Mirabdullayev et al., 2023). Для водохранилищ каскада Ангары был идентифицирован *C. abyssorum* (= *C. gracilipes* Sars, 1903), нами (Мирабдуллаев, Шевелева, 2023) была тщательно изучена его морфология с помощью СЭМ, проведены морфометрические измерения и этот вид был идентифицирован как *C. gracilipes*.

Для Европейской части России в озерах Ферапонтовское, Глубокое и в Рыбинском водохранилище отмечен *C. bohater* (Лазарева, Жданова, 2020). Находка этого вида также подтверждена в озере Виштынецкое, которое частично находится на территории России. Этот вид также обитает в трех озерах Белоруссии, в Латвии (озеро Бричени) и некоторых других водоемах Европы (Holynska, Dimante-Deimantovica, 2016).

Нахождение видов группы *Cyclops abyssorum* s. str. в других водоемах требует более подробных исследований, что вероятно приведет к пополнению видового списка.

Авторы выражают искреннюю признательность Dr. Maria Holynska (Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences) за предоставленные образцы *Cyclops abyssorum* из Норвегии. Работа выполнена при частичной поддержке госбюджетного проекта № 0279-2021-0007.

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ СРЕДНЕЮРСКИМИ ОСТРАКОДАМИ РОДА *LOPHOCYTHERE* ИЗ СРЕДНЕРУССКОГО МОРЯ

Я.А. Шурупова^{1,2}

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологической факультет, 119234, Москва, Ленинские горы, д.1, корп. 12, кафедра биологической эволюции

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33
e-mail: shurupova.ya@yandex.ru

Остракоды рода *Lophocythere* появились в байосском веке в морях Западной Европы, а в Среднерусское море (которое находилось на территории современной Европейской части России) проникли в начале келловейского века вместе с морской трансгрессией. В этом палеобассейне лофоцитеры развивались на протяжении всего келловейского века (около 166,1–163,5 млн лет), исчезли в начале оксфордского (Whatley, 1970; Пяткова, Пермякова, 1978; Whatley et al., 2001; Tesakova, 2003, 2008, 2013; Wilkinson, Whatley, 2009; Franz et al., 2009; Тесакова и др. 2017; Shurupova, Tesakova, 2019).

Из нижнекеелловейских отложений (разрез Михайловский рудник, скважины №4 и №7, Курская обл.) изучено 535 экземпляров карапаксов остракод, среди которых виды: *L. tuberculata* sp. nov. (215 экз.), *L. mosaica* sp. nov. (22 экз.), *L. karpinskyi* (Mandelstam in Lyubimova, 1955) (47 экз.), *L. interrupta* Triebel, 1955 (52 экз.), *L. ex gr. scabra* Triebel, 1951 (195 экз.), *L. ex gr. tuberculata* sp. nov (4 экз.). Из средне- и верхнекеелловейских отложений (разрез Михайловцемент, Рязанская область) – 4470 экземпляров, среди которых встречаются виды: *L. karpinskyi* (362 экз.), *L. bucki* (3309 экз.), *L. acrolophos* (798 экз.) и *L. tuberculatus* sp. nov. (1 экз.).

Изученных представителей можно разделить на три эволюционные ветви.

В первой эволюционной ветви вид-предок – *L. batei* Malz, 1975 из средне- и позднебатского веков Англии (Malz, 1975; Whatley, Ballent, 2004), в начале келловейского века от него произошли *L. mosaica* sp. nov., *L. tuberculata* sp. nov., *L. karpinskyi* (два последних просуществовали до конца келловейского века). Мезоскульптура в онтогенезе у них развивается из крупноячеистой сетки, на пересечении граней с редкими конулами (бугорок с порой, через которую при жизни рака выходила щетинка). Этот признак проявляется на раковинах ювенильных особей у предков *L. batei* (Malz, 1975), сохраняется и в онтогенезе потомков. У взрослых представителей мезоскульптура между шипами макроскульптуры почти полностью разглаживается. У предка *L. batei* макроскульптура состоит из двух брюшных ребер, крупного ребра, спускающегося с глазного бугорка и крупных шипов в центральной части раковины. Остальные шипы на поверхности раковины выстраиваются в вертикальные цепочки. Этот облик сохраняется и у потомков, но у вида *L. mosaica* sp. nov. брюшное ребро распадается в задней части раковины на отдельные шипы, в передней они слабо сливаются; у *L. tuberculata* sp. nov. брюшные ребра остаются, на остальной поверхности раковины развиваются крупные шипы, у *L. karpinskyi* все ребра полностью распадается на крупные шипы.

Предковый вид для второй эволюционной ветви – *L. propinqua* Malz, 1975 из верхнебатского века Англии и Франции (Malz, 1975; Whatley, Ballent, 2004). В раннекеелловейском веке он дал начало виду *L. scabra* (существовавший до среднекеелловейского века), от которого в позднекеелловейском веке произошел *L. bucki*. У предкового вида мезоскульптура состоит из гребневидных брюшных и вертикальных ребер, не сплошных, а с крупными конулами (Malz, 1975; Shurupova, Tesakova, 2019). В процессе эволюции у келловейских видов ребра макроскульптуры распадались на отдельные крупные шипы (конулы), а мезоскульптура развивалась из мелкой сетки (онтогенез *L. propinqua* неизвестен).

Эволюционные тренды развития скульптуры раковины у представителей этих двух ветвей – распад ребер на шипы, скульптура келловейских видов – имеет более «шипастый» облик.

Остракоды из третьей эволюционной ветви произошли от *L. carinata* Blaszyk, 1967 из батского века Польши и Германии (Blaszyk, 1967; Malz, 1975; Whatley, Ballent, 2004), он является предком раннекеелловейского вида *L. interrupta* (просуществовавший до среднекеелловейского века), от которого в позднекеелловейском веке произошел *L. acrolophos*. Макроскульптура у них представлена монолитными брюшными и вертикальными ребрами (не распадающихся на отдельные шипы). У предка *L. carinata* наиболее ярко развита мезоскульптура – крупноячеистая сетка между ребрами макроскульптуры, этот плезиоморфный признак сохраняется у потомков *L. interrupta* (прослеживается с самых ранних ювенильных стадий и сохраняется у взрослых представителей). У позднего представителя этой ветви – *L. acrolophos* – ребра макроскульптуры остаются, а сетка мезоскульптуры выражена очень слабо. В эволюции представителей этой эволюционной ветви наблюдается тренд по редукции мезоскульптуры, а их макроскульптура – наиболее «ребристая», без шипов, как у других лофоцитер из Среднерусского моря.

Работа выполнена при поддержке РФФ 22-14-00258.

РАКООБРАЗНЫЕ: ПУТЬ ОТ АНОМАЛОКАРИД К НАСЕКОМЫМ

Д.Е. Щербаков

*Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, ул. Профсоюзная 123, 117647
e-mail: dshh@narod.ru*

Среди ракообразных наиболее сходны с самыми примитивными насекомыми – прыгающими щетинохвостками – малакостраки, особенно Syncarida, а именно палеозойские Palaeoscaridacea. Это глубокое всестороннее сходство говорит о том, что насекомые – неотенические потомки синкарид. Предки насекомых вышли на сушу через зону прибоа, рачья реакция бегства стала прыжком, а для увеличения объема соответствующих мышц пять задних сегментов груди превратились в брюшные. Многоножки произошли от шестиногих предков за счет уподобления всех брюшных сегментов грудным при переходе к жизни в береговых выбросах и почве. Подобно многоножкам, живущие в морских пещерах «многовёсельные» рачки Remipedia возникли от предков с небольшим числом пар ног и дифференцированным брюшком.

Древнейшие и наиболее архаичные ракообразные известны из кембрия. Их грудной отдел покрыт большим двустворчатым карапаксом, а мускулистое брюшко увенчано хвостовым веером или фуркой. Многие из этих форм принадлежат или близки к Phyllocarida, а некоторые другие отличаются мощными хватательными 1-ми антеннами.

В кембрии существовали еще две группы членистоногих с хватательными 1-ми антеннами (но без карапакса). У большеруких (Megacheira) туловищные конечности с членистыми эндоподитами, 1-е антенны от пинцетообразных до клешневидных, а личинки напоминают рачков. Ракообразные могли возникнуть от мегахейров путем неотении.

Самая известная группа артропод с хватательными антеннами – гиганты кембрийских морей аномалокариды и их сородичи (Dinocarida). У этих членистоногих еще нет ног – туловищные конечности в виде плавников, а членисты только 1-е антенны, иногда превращающиеся в клешню или фильтрующие пластинки. Вооружение рта в виде конуса, несколько сегментов за головой бывают снабжены подобием гнатобаз. На конце тела хвостовые нити или веер. Динокариды – самые примитивные Euarthropoda.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ РАКООБРАЗНЫХ

тезисы докладов научно-практической конференции

(20-22 мая 2024 года, пос. Борок Ярославской обл.)

Научное издание