

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ЗИН РАН)

ОТЧЁТНАЯ
НАУЧНАЯ СЕССИЯ
ПО ИТОГАМ РАБОТ 2025 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

7–9 апреля 2026 г.

Санкт-Петербург
2026

ГРУППА ВИДОВ *THANATUS FORMICINUS* (ARANEI, PHILODROMIDAE) В СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНЕ

Т.Б. Бариев

Род *Thanatus* является вторым по численности среди всех в семействе Philodromidae. Изученность разных групп видов внутри рода различна. Одна из наиболее сложных в систематическом смысле группа видов – группа *formicinus*. Типовые экземпляры одного из видов комплекса – *Th. kitabensis* – были переописаны лишь в 2025 году. Определение наиболее близких видов группы (напр., *Th. kitabensis*, *Th. arcticus*, *Th. coloradensis*, *Th. ubsunurensis* и др.) затруднено. В связи с этим, данные о распространении тех или иных видов требуют проверки и повторного изучения материала.

Нами был изучен материал из фондовых коллекций Зоологического института, Зоологического музея Московского государственного университета, Института систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук, в т. ч. сборы последних лет. Ряд экземпляров, ранее определённых как *Th. formicinus*, относятся к другим видам комплекса; таким образом, встречаемость вида в Средней Азии и Казахстане значительно ниже предполагавшейся ранее. Обсуждается наличие *Th. ubsunurensis* в составе фауны Казахстана. Изученные экземпляры *Thanatus* cf. *ubsunurensis* из Восточно-Казахстанской и Мангистауской областей отличаются от типовых существенно более крупными размерами, однако близки по морфологии копулятивного аппарата и окраске.

По-видимому, в комплексе *formicinus*, присутствует также как минимум 1 неописанный вид, отмеченный из Горно-Бадахшанской области Таджикистана и отличающийся от остальных видов группы особенностями строения тиббиальных отростков и габитуально.

Таким образом, в ходе нашего исследования было уточнено распространение нескольких близких видов группы (*Th. formicinus*, *Th. kitabensis*, *Th. ubsunurensis*, *Th. imbecillus*) в пределах Средней Азии, Казахстана и некоторых прилежащих регионов. Нами даются оригинальные описания и фотографии копулятивного аппарата (эпигин, эндогин и пальп) и обсуждаются признаки, позволяющие отличать виды друг от друга, что уточняет их диагнозы.

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОТНОШЕНИЯ СИГОВЫХ И ОКУНЕВЫХ РЫБ В СУБАРКТИЧЕСКОМ ОЗЕРЕ ИМАНДРА

Н.А. Березина¹, П.М. Терентьев², Е. Зубова², С.М. Цуриков³

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Кольский научный центр РАН, Апатиты

³ Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН, Москва

Глобальное потепление климата влияет на озера в высоких широтах, повышая температуру воды и продуктивность озер, продлевая теплый сезон, что оказывает глубокое воздействие на пресноводные экосистемы, в частности, на популяции рыб. Окуневые и лососевые рыбы являются наиболее распространенными семействами рыб в субарктическом регионе. Повышение температуры воды за пределы оптимального диапазона для сиговых (сиги, ряпушка) приводит к локальному сокращению их популяций. Напротив, окуневые виды рыб (окунь и ерш), расширяют ареал распространения на север в субарктические регионы. Они, хотя и не являются чужеродными для региона видами, но могут быть отнесены к локальным вселенцам, расширяющим свой ареал благодаря климатическим изменениям. В реальности в субарктических озерах происходит процесс реорганизации рыбных сообществ, при котором арктические виды заменяются видами преимущественно бореального распространения в ответ на потепление климата, известный как «бореализация». В таких условиях важно изучить трофические взаимодействия окуневых и сиговых рыб, чтобы понять, в какой степени перекрываются трофические ниши рыб и насколько высока пищевая конкуренция между ними. Мы исследовали структуру пищевой сети, пищевые спектры и трофические позиции рыб в субарктическом озере Имандра. Озеро Имандра – крупнейшее озеро Мурманской области (регион с субарктическим климатом), состоит из трех отдельных участков, связанных проливами: Большая Имандра (327.5 км², максимальная глубина 67 м), Йокостровская Имандра (361.9 км², 42 м) и Бабинская Имандра (191 км², 43.5 м). Оно подвержено загрязнению от промышленных предприятий, особенно Большая Имандра, которая характеризуется эвтрофно-мезотрофным состоянием. В данном исследовании мы сосредоточились в первую очередь на участках озера без заметного антропогенного воздействия, то есть расположенных в мезотрофной части (Йокостровской Имандре) и олиготрофной части (Бабинской Имандре). Были использованы два

метода: анализ содержимого желудка (SCA) и анализ стабильных изотопов (SIA). Окунь (*Perca fluviatilis*) и сиг (*Coregonus lavaretus*, крупная морфа с редкими тычинками) в питании были генералистами и занимали сходные трофические позиции ($TP = 3.69 \pm 0.55$ и 3.67 ± 0.55 ; $p > 0,05$). Сходство их рациона (индекс относительной важности пищевых компонентов в содержимом желудка) составило 48%, при этом водные насекомые (Trichoptera) были самыми частыми компонентами рациона. По величинам изотопов углерода ($\delta^{13}C$) ряпушка (*Coregonus albula*), корюшка (*Osmerus eperlanus*) и налим (*Lota lota*) были более тесно связаны с пелагическими источниками пищи ($\delta^{13}C$ от -27 до -25%), тогда как окунь, сиг и ерш (*Gymnocephalus cernua*) в большей степени зависели от бентосных источников ($\delta^{13}C$ от -24 до -21%). Самые высокие средние значения азота ($\delta^{15}N$) были обнаружены у корюшки и ерша: $15.0 \pm 0,7\%$ и $14.2 \pm 1,9\%$ соответственно. Изотопный состав окуня и сига значительно перекрывается по величинам $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$, достигая 36% совпадения в суммарных 40% эллипсах изотопного пространства (байесовские эллипсы изотопных ниш в R-статистике). Таким образом, подтверждается существование сильной пищевой конкуренции между ситами и окунем, что может быть одной из причин снижения численности первых в оз. Имандра. Сиг является видом, чувствительным к повышению температуры воды, и его популяции уже демонстрируют признаки сокращения в других регионах, поэтому усиление конкуренции с более адаптивным окунем может угрожать выживанию сиговых в северных водоемах.

Источник финансирования: межинститутское сотрудничество ЗИН РАН – КНЦ РАН и ЗИН РАН – ИПЭЭ РАН и госзадание № 125012800888-5.

КАК ВЫЙТИ В МОРЕ? СПОСОБ ТРЕМАТОД СЕМЕЙСТВА RENICOLIDAE

К.В. Галактионов, А.И. Соловьева

Renicolidae (Digenea: Microphalloidea) – небольшое (около 100 видов) семейство трематод, обладающих всеветным распространением. Жизненный цикл проходит с участием трех хозяев. Роль первого промежуточного хозяина (1ПХ) играют моллюски, второго промежуточного (2ПХ) – водные беспозвоночные и рыбы, а дефинитивного (ДХ) – водные и околководные птицы. В ДХ

половозрелые гермафродитные особи (мариты) паразитируют в почках, вызывая серьезные патологии, а при высокой интенсивности инвазии и гибель птиц. Система *Renicolidae*, несмотря на многочисленные попытки, разработана слабо, что связано с трудностями в выявлении подходящих для диагностики морфологических признаков. Общеизвестны только два рода – *Renicola* и *Nephromonorch* (5 известных видов). Использование подхода интегративной таксономии (сочетание классических и молекулярно-генетических методов) позволило нам выделить 3 основные клады внутри семейства. Виды, вошедшие в состав этих клад, различаются по таксонам вовлеченных в их жизненные циклы ДХ и особенностям морфологии и биологии церкарий.

Представители клад I и III обладают типичными стилетными церкариями (ксифидиоцеркариями), характерными для *Microphalloidea*. К церкариям рениколид относят и личинок совершенно иного облика (группы *Rhodometera*) – крупных, лишенных стилета, с длинным хвостом, снабженным плавательной мембраной, многочисленными железами проникновения и сложно устроенной выделительной системой. Столь контрастные отличия от ксифидиоцеркарий вызывали сомнения в принадлежности церкарий *Rhodometera* к видам *Renicolidae*. С использованием молекулярных маркеров нами показано, что такие виды на филогенетическом древе рениколид формируют самостоятельную кладу II. В нее также входят виды с церкариями «переходного» морфотипа, сочетающие морфологические признаки ксифидиоцеркарий и личинок группы *Rhodometera*. Все виды клады II в качестве ДХ используют морских рыбоядных птиц и их 2ПХ служат рыбы. Виды же со стилетными церкариями в качестве 2ПХ используют моллюсков и полихет, а их мариты паразитируют у птиц эстуарно-прибрежного комплекса, в рацион которых входят беспозвоночные. При этом виды клады III паразитируют в утиных, а клады I – в чайковых и, предположительно, в куликах.

По-видимому, именно паразитирование в чайках-полифагах (с предпочтением рыбной диеты) определило переход рениколид на использование в качестве 2ПХ рыб и формирование, через формы с «переходным» морфотипом, церкарий *Rhodometera*. Нами показано, что личинки этого типа представляют собой продвинутые стадии морфогенеза гермафродитного поколения и обладают чертами организации, характерными для марит. Изменяется и поведение – ксифидиоцеркариям присуща стратегия активного поиска, а личинкам *Rhodometera* –

подражания добыче. Включение в жизненный цикл в качестве 2ПХ мобильных рыб позволило рениколидам освоить типичных морских птиц (чистиковых, пингвинов, пеликанов, альбатросов, буревестников и др.), и перейти к трансмиссии в экосистемах открытого моря. Это стало генеральной линией в эволюции таксона, способствовавшей его расцвету – большинство видов рениколид приурочено именно к рыбающим птицам открытого моря.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 23-14-00329 и темы госзадания ЗИН РАН 125012800903-5.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МИТОГЕНОМИКА ERIOPHYOIDEA (ACARIFORMES): МОЛЕКУЛЯРНАЯ АПОМОРФИЯ И БАЗАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ РОДА *LOBOQUINTUS*

В.Д. Ганкевич, Ф.Е. Четвериков

Надсемейство Eriophyoidea Nalera (галловые клещи, эриофиоиды) – древняя группа фитопаразитических акариформных клещей, включающая ~5000 рецентных видов. С начала 2000-х предпринимаются попытки реконструировать филогенез Eriophyoidea молекулярными методами. В последней работе китайских авторов по филомитогеномике (Zhang et al. 2024) были выявлены новые крупные клады, которые не согласуются с современной систематикой Eriophyoidea. В это исследование не были включены таксоны, критически необходимые для разрешения базальной дивергенции Eriophyoidea – виды родов *Loboquintus* и *Pentasetacus*. Клещи этих родов живут на хвойных из родов *Cupressus* (*Loboquintus*) и *Araucaria* (*Pentasetacus*). Они зарегистрированы в Средиземноморье (Израиль, Черногория) и на Кавказе (*L. subsquamatus*), в Новой Зеландии (*P. novozelandicus*) и Чили (*P. araucariae* и *P. plicatus*). Разные авторы относят *Loboquintus* и *Pentasetacus* либо (1) к таксону Phytoptidae s. l., либо (2) к базальному семейству Pentasetacidae – гипотетической реликтовой группе, сохранившейся на голосеменных с мезозоя.

В данном исследовании мы описываем митогеном клещей вида *L. subsquamatus*, сравниваем его с митогеномами галловых клещей из Генбанка и методом филомитогеномики тестируем гипотезы (1) и (2) с целью установить филогенетическое положение *Loboquintus* в надсемействе Eriophyoidea.

Клещи были собраны препаративной иглой из-под чешуй побегов *Cupressus sempervirens* (Адлер, Россия, июль 2022 г.) и

хранились в 96% спирте при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тотальная ДНК экстрагирована из 250 клещей. Полногеномное секвенирование выполнено на платформе Illumina HiSeq. Сборка митогенома проведена в программах metaSPAdes и Bowtie2, аннотация – с помощью MITOS2 и UGene. В матрицу для филогенетического анализа было включено 74 митогенома из базы GenBank, в том числе митогеном почвенного вида *Osperalycus tenerphagus* (Nematalycidae, внешняя группа). Выравнивание митохондриальных генов выполнено в программе MAFFT. Филогенетические деревья на основе 12 белок-кодирующих генов (гипервариабельный ген *ATP8* был исключен) и 2 генов рРНК были построены с использованием IQ-TREE2. Визуализация вторичных структур тРНК, контрольного региона и рРНК выполнена в RNAfold. Анализ нуклеотидного полиморфизма и разнообразия кодонов проведен в DnaSP.

Митогеном *L. subsquamatus* имеет длину 14033 п.н. В нем присутствуют ранее выявленные у галловых клещей консервативные кластеры генов, включая предположительно синапоморфный кластер *NAD6-trnT-COB*. Кластер генов *rrnS-trnV-rrnL* расположен на отрицательной цепи мтДНК и инвертирован – конфигурация, наблюдаемая только в группе Phytoptidae *s. str.* (обитают только на цветковых) и у некоторых видов родов *Calepitrimerus*, *Epitrimerus* и *Grandiscapitis* (Eriophyidae *s.l.*). Порядок генов идентичен таковому у представителей Phytoptidae *s. str.*, за исключением контрольного региона: у клещей вида *L. subsquamatus* он расположен между генами *trnM* и *NAD2*, имеет длину 522 п.н. и содержит D-петлю. Все антикодоны тРНК, обнаруженные у *L. subsquamatus*, являются общими для галловых клещей, за исключением антикодона *trnS1* (3'-AGU-5'), что отличает *Loboquintus* от всех ранее изученных видов галловых клещей. Филогенетический анализ (а) подтвердил базальное положение *Loboquintus* на митогеномном дереве Eriophyoidea, (б) показал парафилию Phytoptidae *s.l.*, и (в) выявил макроструктуру Eriophyoidea: [*Loboquintus*, [Phytoptidae *s.str.*, [*Nalepellidae*, *Eriophyidae s.l.*]]].

МАЛЕНЬКИЕ ОРГАНИЗМЫ, БОЛЬШАЯ ФУНКЦИЯ: ДОЛГОСРОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РОЛИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В САМООЧИЩЕНИИ НЕВСКОЙ ГУБЫ

С.М. Голубков, Д.А. Дмитриев, М.С. Голубков

Двустворчатые моллюски – разнообразная и широко распространённая группа беспозвоночных, обитающих в пресноводных, солоноватоводных и морских экосистемах по всему миру. Будучи эффективными фильтраторами, они играют важную роль в функционировании водных экосистем, регулируя динамику планктона, перераспределяя органические вещества и влияя на круговорот биогенных элементов. Их метаболическая активность способствует удалению из толщи воды органических и неорганических соединений, тем самым улучшая её качество и снижая эвтрофикацию водоемов.

В работе рассматриваются долгосрочные изменения состава и функциональной роли двустворчатых моллюсков в верхнем части эстуария р. Невы на основе данных, собранных в 2022–2024 гг., и исторических данных, охватывающих более четырех десятилетий.

Несмотря на постоянное антропогенное давление, включая развитие портов и сброс сточных вод, двустворчатые моллюски в настоящее время доминируют в биомассе зообентоса и в переработке им органического вещества (ОВ). При этом основу биомассы и функциональную роль зообентоса Невской губы формируют крупные двустворчатые моллюски сем. Unionidae, тогда как роль мелких моллюсков сем. Sphaeriidae относительно невелика. Сходная структура сообщества моллюсков была описана и в первые десятилетия XX века, до начала интенсивного техногенного воздействия.

Иная экологическая обстановка в Невской губе наблюдалась в конце XX века. К началу 1980-х гг. очистку проходило лишь 30% бытовых стоков Санкт-Петербурга, а основная их часть напрямую поступала в протоки дельты Невы и выносилась в Невскую губу. Более половины взвешенного ОВ, поступавшего в Невскую губу, потреблялась мелкими моллюсками сем. Sphaeriidae, биомасса которых в её восточной части достигала 1.0 кг/м². Эти моллюски играли важную роль в самоочищении экосистемы губы. К началу 2000-х гг., после строительства северных и южных очистных сооружений Санкт-Петербурга, биомасса Sphaeriidae резко сократилась, и доминировать стали крупные унииониды (Unionidae). Однако общая биомасса

двустворчатых моллюсков в настоящее время остается ниже, чем в 1980-х гг., когда преобладали мелкие сферииды.

Снижение роли мелких сфериид, доминировавших в 1980-х гг. и имевших важное значение для самоочищения эстуария, отражает переход от аллохтонных к автохтонным источникам ОВ в экосистеме эстуария р. Невы. Этот переход был обусловлен повышением эффективности очистки сточных вод и увеличением первичной продукции, связанным в том числе с изменением климата. Хотя после строительства очистных сооружений сообщества двустворчатых моллюсков Невской губы в значительной степени приблизились к состоянию начала XX века, полного восстановления донных сообществ пока не произошло. Это согласуется с представлением о том, что возвращение биологических сообществ, нарушенных антропогенным воздействием, к исходному состоянию невозможно. Поэтому целесообразно отдавать приоритет методам пассивного восстановления или экологической реставрации, цели которой должны учитывать текущие и будущие изменения климата.

Проведенное исследование показало недооцененную функциональную значимость мелких моллюсков сем. Sphaeriidae, которые могут вносить большой вклад в минерализацию органического вещества и самоочищение водоемов, а также потенциал использования этих метаболически активных двустворчатых моллюсков, относительно устойчивых к загрязнению, как природного компонента систем очистки воды в урбанизированных эстуариях.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 125012800888-5 с использованием фондовых коллекций Зоологического института РАН.

ЭВТРОФИРОВАНИЕ ЭСТУАРИЯ РЕКИ НЕВЫ ПОСЛЕ СОКРАЩЕНИЯ ФОСФОРНОЙ НАГРУЗКИ: ЧТО ПОКАЗЫВАЮТ ДАННЫЕ 2003–2023 гг.

М.С. Голубков

Эвтрофирование эстуарных экосистем сопровождается ухудшением качества воды и местообитаний гидробионтов, уменьшением биологического разнообразия и нарушением функционирования водных сообществ. В Балтийском регионе меры по снижению эвтрофирования традиционно ориентированы прежде всего на сокращение внешней

фосфорной нагрузки, поскольку повышение концентрации общего фосфора в воде рассматривается как один из ключевых факторов развития способного к фотосинтезу планктона в пресноводных участках эстуариев. Эстуарий р. Невы, крупнейшего пресноводного притока Балтийского моря, представляет собой удобную модельную систему для проверки того, насколько этот подход действительно позволяет объяснять долговременную динамику показателей эвтрофирования.

В работе проанализирован 20-летний ряд наблюдений (2003–2023 гг.) по общему фосфору (TP), хлорофиллу *a* и первичной продукции планктона в пресноводной и солоноватоводной частях эстуария р. Невы. Для количественной оценки вклада общего фосфора в изменчивость показателей эвтрофирования использованы байесовские смешанные модели и многомерный дисперсионный анализ (PERMANOVA), позволившие учесть пространственную и временную неоднородность данных. Это одно из первых исследований для восточной части Балтийского региона, где долговременные данные по эвтрофированию эстуарной системы анализируются с использованием байесовского многомерного подхода.

Полученные результаты показывают, что общий фосфор не может рассматриваться как самостоятельный и универсальный предиктор эвтрофирования в эстуарии Невы. Его вклад в вариабельность исследованных показателей оказался невелик: около 5% в пресноводной и 4% в солоноватоводной частях эстуария, тогда как существенно большую роль играли пространственные и межгодовые различия. В пресноводной части вклад предиктора «станции» составил 14.9%, «года» – 13.0%, а в солоноватоводной части вклад «станции» составил 4.0%, года – 40.0%. Таким образом, даже при статистической значимости TP в отдельных моделях использование только одного биогенного элемента не отражает реальной сложности эстуарной системы, где динамика фотосинтезирующего планктона определяется сочетанным действием биогеохимических, гидродинамических и климатических факторов.

Особый интерес представляет то, что на фоне почти десятикратного сокращения сбросов фосфора с очищенными сточными водами из г. Санкт-Петербурга в 2003–2016 гг. концентрация хлорофилла *a* и первичная продукция планктона продолжали расти. Это указывает на ограниченную прогностическую ценность фосфора как единственного индикатора и подчеркивает необходимость перехода к комплексной оценке эвтрофирования. Результаты работы позволяют предложить более широкий подход к анализу и прогнозированию эвтрофирования, вклю-

чающий учет не только концентрации фосфора, но и других биогенных элементов (азота, кремния, железа и др.), а также речного стока, мутности, гидродинамического режима и климатической изменчивости. Для пресноводной части эстуария особенно важна интеграция биогеохимических и гидродинамических моделей, тогда как для солоноватоводной части существенную роль могут играть межгодовые климатические и трофические факторы. Практическая значимость исследования состоит в том, что подобный статистический подход позволяет выявлять ситуации, в которых снижение биогенной нагрузки не приводит к ожидаемому экологическому эффекту, оптимизировать программы мониторинга и повышать обоснованность управленческих решений.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 125012800888–5.

ПУТИ РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ МШАНОК В ЮЖНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МОРЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.И. Гонтарь

Вузоzoа широко распространены в Мировом океане и обладают длительной (первые представители известны из ордовика) и достаточно хорошо изученной палеонтологической летописью. Мшанки играют важную роль во многих морских донных биоценозах и могут служить индикаторами условий окружающей среды и их изменений. Морское обрастание как составная часть экосистем морей и океанов привлекает пристальное внимание гидробиологов. Автором описано первое нахождение мшанки *Lapidosella ostroumovi* Gontar, 2010 в южной части Каспийского моря, у пос. Биби-Эйбат (Шихово) (Азербайджан) и проанализированы материалы по многолетним наблюдениям в Азовском море, полученным по корковой мшанке, которая была отнесена к тому же виду, а ранее описывалась как *Membranipora lapidosa* (Pallas, 1801).

Соленость воды – один из ведущих абиотических факторов внешней среды, воздействующих на гидробионтов. Выяснение особенностей отношения водных животных и растений к этому фактору также важно для понимания аутоэкологических, синэкологических закономерностей и вопросов происхождения фауны. Фауна мшанок Черного, Азовского, Каспийского и Аральского (в XX веке) морей характеризуется высокой степенью эндемизма, что связано с солоноватоводными условиями оби-

тания мшанок. Присутствие в фауне Черного, Азовского и Каспийского морей общих эндемичных видов свидетельствует о генетической связи фауны мшанок этих морей. По мере понижения концентрации морских солей в водах морей уменьшается и число встреченных видов. Их распространение определяется барьерными соленостями в Черном и Азовском морях 5–8‰ и в Каспийском 7–11‰. Барьерные зоны солености, метаморфизированный состав солей в Каспии и Арале, а также преимущественно морской по происхождению состав видов и родов фауны Bryozoa, позволяет утверждать, что именно барьерные солености в этих морях оказали влияние на формирование их фауны.

Мшанки из позднемиоценовых биогермов или раннемиоценовых (различные трактовки) рифов мыса Панагия (Таманский п-ов, ранее относимые к виду *Membranipora lapidosa* (Pallas, 1801), принадлежат к новому роду *Tamanicella* Viskova et Koromylova, 2012 с двумя видами – *T. lapidosa* (Pallas, 1801) и новым *T. panagiensis* Viskova et Koromylova, 2012. В эпоху миоцена произошло разделение океана Тетис на несколько отдельных водоемов, из которых впоследствии, кроме Черного моря, образовались Азовское, Каспийское и Аральское моря. Пролив Босфор, соединивший Мраморное и Черное моря, образовался примерно 7500–7600 лет назад в голоцене. Таким образом, можно с определенной долей уверенности отбросить предположение о реинвазии древних форм через этот пролив. С другой стороны, положение о том, что анцестральные формы сохраняются на периферии ареала, так как вытесняются более филогенетически прогрессивными группами (принцип Тейлора, см. Андрияшев, 1988), в данном случае также вряд ли справедливо, поскольку данные моря не являются периферийными. Различные пути развития и формирования фауны мшанок южных российских морей естественным образом подтверждают идею о едином генезисе фауны в этих морях и море Тетис.

Исследование проведено в рамках государственной темы «Разработка фундаментальных основ сохранения и рационального использования биологического разнообразия и биоресурсов континентальных водоемов России», регистрационный номер 125012800888-5.

**О ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКАХ КОРАЛЛОВЫХ
ПОЛИПОВ И О ПОЛОЖЕНИИ НЕДАВНО ОПИСАННОГО
ИСКОПАЕМОГО ОРДОВИКСКОГО КОРАЛЛА
LINDAPHYLON ROZHNOV, 2024 (ANTHOZOA:
LINDAPHYLONACEAE: LINDAPHYLONIDAE)**

**С.Д. Гребельный¹, Н.Ю. Иванова¹, Т.Н. Молодцова², Е.А. Нефедова¹,
С.В. Рожнов³, О.В. Савинкин⁴, Д. Хоанг-Тху⁵, К. До-Хуу⁵**

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

²Институт океанологии имени П. П. Ширинова РАН, Москва

³Палеонтологический институт имени А. А. Борисяка РАН, Москва

⁴Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва

⁵Российско-Вьетнамский тропический исследовательский центр, Ханой, Вьетнам

Детальное описание уникального ордовикского коралла *Lindaphylon Rozhnov*, 2024 вновь послужило поводом к обсуждению важнейших морфологических признаков, издавна лежащих в основании классификации коралловых полипов – важнейшей группы низших беспозвоночных животных. Не только современные достижения молекулярной филогенетики, но и новые находки кораллов, изучаемые теперь с применением все более совершенных инструментов, ставят перед систематиками новые, с трудом разрешимые вопросы. Один из таких вопросов составляет таксономическое положение рода *Lindaphylon*, соединяющего в своем строении признаки двух больших групп подтипа Anthozoa – так называемых восьмилучевых и шестилучевых кораллов. При выделении крупных таксономических групп в составе Anthozoa используются следующие признаки строения: а) наличие известкового массивного арагонитового наружного скелета, выделяемого клетками эктодермы; б) наличие известковых кальцитовых склеритов, залегающих в мезоглее; в) наличие или отсутствие перистых щупалец; г) симметрия полипа; остановка развития полипа на стадии эдвардсии (сохранение личиночной восьмилучевой билатеральной симметрии) либо переход на стадии халькампулы к радиальной симметрии. Сочетание этих признаков позволяет разделить кораллов Anthozoa на два класса: Alcyonaria Milne-Edwards et Haime, 1857 и Zoantharia Milne-Edwards et Haime, 1857, во многом соответствующие выделенным Геккелем по числу антимеров большим группам кораллов – восьмилучевых (Octocorallia) и шестилучевых (Hexacorallia).

По ряду особенностей строения колония ископаемого коралла *Lindaphylon* имеет большое сходство с наиболее интегрированными и сложно устроенными рецентными представителями восьмилучевых кораллов – морскими перьями, долгое время объединявшимися в отряд Pennatulacea. Главной особенностью, не позволяющей отнести эту ордовикскую форму к морским перьям, является двенадцатилучевая (или, что то же, шестилучевая) симметрия зооидов.

Подробный разбор признаков, используемых в классификации кораллов, позволяет заключить, что самый надежный для разделения классов признак – это остановка морфогенеза полипа в ходе развития на стадии эдвардсии, ведущая к сохранению взрослым полипом Alcyonaria личиночной билатеральной симметрии; но он не может быть применен к *Lindaphylon*, поскольку расположение мезентериев у этой ископаемой формы не известно. Присутствие перистых щупалец, отраженное в опубликованной реконструкции *Lindaphylon*, также подтвердить не удалось. Только наиболее изменчивая сторона организации кораллового полипа – строение скелета, остается информативной чертой устройства колонии *Lindaphylon*, свидетельствующей о его конструктивной или, возможно, филогенетической близости с морскими перьями. Наличие в колонии следов продольного органического стержня, свойственного современным представителям класса Alcyonaria, сближает *Lindaphylon* с этими животными. Самая высокая степень интеграции колонии, достигнутая среди современных кораллов только морскими перьями, также заставляет подчеркнуть сходство ордовикского коралла именно с ними. Однако вопрос о таксономической принадлежности этого рода к Alcyonaria либо к Zoantharia все же остается открытым.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФАУНЕ МШАНОК В РАЙОНЕ ШПИЦБЕРГЕНА (ПОЛЯРНЫЙ БАССЕЙН)

Н.В. Денисенко, О.Л. Зимина, С.Г. Денисенко

Глобальное потепление все больше сказывается на состоянии донного населения в различных районах Арктического региона, и в морях все чаще регистрируются новые находки видов атлантического происхождения (см., например, Zimina et al., 2015; Denisenko et al., 2019; Денисенко, Денисенко, 2021). Однако, достоверно оценить результат происходящих изменений можно только при условии глубокого

изучения фауны. Так, для мшанок северных морей сведения о видовом составе можно считать достаточно полными (Денисенко, 2025), однако для Полярного бассейна информация о видовом богатстве этой группы остается весьма скудной.

В 1998 году в этом районе, с учетом ретроспективных данных, было зарегистрировано 67 видов мшанок (Denisenko, 1998). В сборах, выполненных к северу от Шпицбергена в 2003–2005 и 2024 гг., дополнительно выявлено 19 новых находок видов Bryozoa, из которых восемь относятся к отряду Cyclostomatida: *Proboscina major* (Johnston, 1847), *Stomatopora granulata* (Milne-Edwards, 1838), *Tubulipora borgi* Kluge, 1946, *Tubulipora* sp. (juv.), *Entalophoroecia clavata* (Busk, 1859), *Crisiella producta* (Smitt, 1865), *Crisia klugei* (Ryland, 1967), *Infundibulipora prolifera* (Kluge, 1946). Один вид (*Alcyonidioides mytili* (Dalyell, 1848)) принадлежит к отряду Stenostomatida), а остальные десять – к отряду Cheilostomatida: *Aquiloniella orientalis* (Kluge, 1955), *Tricellaria ternata* (Ellis et Solander, 1786), *Tricellaria gracilis* (Van Beneden, 1848), *Ramphonotus septentrionalis* (Kluge, 1906), *R. gorbunovi* Kluge, 1946, *Temachia microstoma* (Norman, 1864), *Smittoidea propinqua* (Smitt, 1868), *Schizoporella elmwoodiae* Waters, 1900, *Stomacrastula sinuosa* (Busk, 1860), *Uschakovia gorbunovi* Kluge, 1946.

Если первые находки бореальных видов (*Esch. octodentata* и *P. major*) могут быть объяснены «бореализацией» фауны мшанок в высоких широтах Арктики, которая связана с ростом интенсивности притока атлантических вод, то новые находки арктических мшанок (*R. gorbunovi* и *Usch. gorbunovi*), еще раз подтверждают атлантическое происхождение ряда арктических видов.

Использование прогностических моделей Г. Сандерса (Sanders, 1969) и А. Чао (Chao, 1989) указывает на то, что видовое богатство группы в районе исследования остается до конца не изученным, и ожидаемое расширение видовых списков при выполнении дополнительных сборов составит, как минимум, 40%.

В обследованном районе Полярного бассейна в фауне Bryozoa преобладают широко распространенные бореально-арктические виды. Соотношение арктических и бореально-арктических видов атлантического происхождения примерно одинаково для всех диапазонов глубин, за исключением 400–500 м, где арктические мшанки не были обнаружены, и 700 – 800 м, где, напротив, зарегистрирована только арктическая фауна. Бореальные виды найдены на глубинах менее 200 м.

Сопоставление видового состава в трех выделенных диапазонах глубин, существенно отличающихся по характеристикам среды обитания, демонстрирует существование двух батиметрических комплексов, наиболее глубоководный из которых обнаружен на станциях, выполненных в средней батииали. Достоверных пространственных изменений в фаунистическом составе Bryozoa не выявлено, но применение гребневого анализа множественных регрессий показывает, что обеднение фауны с увеличением глубины маскируется более сильными модераторами, такими, как придонная температура воды и содержание песка в донных отложениях.

ДИНАМИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ НИШ ШИРОКОАРЕАЛЬНЫХ ВИДОВ *AGNOCORIS* В ПАЛЕАРКТИКЕ (INSECTA: HETEROPTERA: MIRIDAE)

П.А. Джелали, А.А. Намятова

Плейстоценовые климатические колебания оказывали влияние на распространение насекомых, однако их воздействие на динамику экологических ниш палеарктических клопов остаётся слабо изученным. Объект нашего исследования – два симпатричных вида рода *Agnocoris*, связанных с ивами (*Salix* spp.): транспалеарктический *A. rubicundus* и *A. reclairei*, имеющий европейско-среднеазиатский ареал. На основе молекулярных данных, нами ранее было установлено, что виды разошлись ~1 млн лет назад и что у *A. rubicundus* мог быть азиатский рефугий.

Поскольку насекомые являются пойкилотермными животными, распространение видов при отсутствии других ограничивающих факторов должно коррелировать с температурой. Цель работы – это протестировать две гипотезы (1) *A. rubicundus*, в отличие от *A. reclairei*, сохранял пригодные условия в двух рефугиях, европейском и азиатском; (2) площадь предпочтительных условий *A. rubicundus* должна больше коррелировать с температурой, поскольку он меньше ограничен другими факторами, чем *A. reclairei* с более узким ареалом. Мы также тестируем возможность того, что *A. reclairei* ограничен осадками и биомами.

Мы реконструировали климатические ниши *A. reclairei* и *A. rubicundus* на протяжении последнего миллиона лет по 60 срезам за последний миллион лет, которые соответствуют самым сильным потеплениям и похолоданиям. Карты для палеоклимата были загружены

из ресурсов, находящихся в открытом доступе (CHELSEA, Oscillayers). Анализ был проведен с использованием метода machuruku. Ниши были спроецированы на карты, и были выявлены корреляции площадей географических проекций с колебаниями климатических переменных. Также были рассчитаны корреляции средних значений переменных для климатической ниши с колебаниями этих переменных для всей Палеарктики, чтобы протестировать стабильность отдельных климатических переменных в климатических нишах. Возможные рефугии были выявлены путем моделирования климатических ниш с помощью machuruku и Maxent. С применением логистической регрессии, показывающей наибольшие различия видов по климатическим переменным и сравнения их с разбросом переменных на протяжении ареала двух видов, были выявлены возможные факторы, которые не дают *A. reclairei* распространяться вглубь континента.

Результаты моделирования показали, что у *A. rubicundus*, скорее всего, были два рефугия, европейский и азиатский, что согласуется с предыдущими данными. Было показано, что площади пригодных условий *A. rubicundus* коррелируют с температурами значительно сильнее, чем у *A. reclairei*, что согласуется со второй гипотезой. Также для *A. rubicundus*, в отличие от *A. reclairei*, были выявлены высокие корреляции площадей пригодных условий с переменными по осадкам и сезонностью. Было показано, что у *A. reclairei* биомы вносят больший вклад в климатические ниши, чем у *A. rubicundus*, и это означает, что более узко распространенный вид может быть ими ограничен. Результаты анализа логистической регрессии показали, что *A. reclairei* может быть ограничен температурами в самый сухой период и эта переменная сильно коррелирует с температурами в самый холодный период для обоих видов. Для серии климатических ниш *A. reclairei* было показано, что динамика изменения меньшего количества переменных по осадкам коррелирует с динамикой температур для всей Палеарктики, чем у *A. rubicundus*. Это означает, что климатические ниши *A. reclairei* были более стабильны по этим факторам, и они могут ограничивать распространение *A. reclairei*.

**ФИЛОГЕОГРАФИЯ И СИСТЕМАТИКА ПРЫТКОЙ
ЯЩЕРИЦЫ, *LACERTA AGILIS* LINNAEUS, 1758
(LACERTIDAE, SAURIA)**

**И.В. Доронин¹, М.А. Доронина¹, К.Д. Мильто¹, К.Ю. Лотиев^{2,3},
С.А. Луконина⁴, Л.Ф. Мазанаева⁵**

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Комплексный НИИ РАН, Грозный

³ Национальный парк «Кисловодский», Кисловодск

⁴ Пензенский государственный университет, Пенза

⁵ Дагестанский государственный университет, Махачкала

Lacerta agilis Linnaeus, 1758 – самый изменчивый по внешним морфологическим признакам вид рода *Lacerta* Linnaeus, 1758, обладающий одним из самых больших по площади ареалов среди рептилий и демонстрирующий реальность существования внутривидовых таксонов. Концепция подвида, как географически обособленной группы, отличающейся от других популяций того же вида по ряду признаков, но способной к скрещиванию, остается важным инструментом в таксономии и оценки биологического разнообразия. Однако, её применение требует осторожности и комплексного подхода, включающего анализ морфологических, генетических, экологических и биогеографических данных. Нами проведен анализ 345 последовательностей гена *cytb* митохондриальной ДНК (1143 п.н.) и 24 последовательностей интрона 7 β -f1b ядерной ДНК (483 п.н.) *L. agilis* из 234 локалитетов. Особое внимание уделено ранее неисследованным популяциям, что позволило охватить все признаваемые в настоящее время 12 подвидов прыткой ящерицы. Реконструировано два типа дендрограмм возможных вариантов филогенетических отношений, показавших идентичную топологию и наличие 11 поддержанных клад мтДНК. На медианной сети гаплотипов *cytb* обособляются 11 групп. На Кавказе обнаружены представители двух клад/групп, при этом обе отмечены как на Северном Кавказе, так и в Закавказье. Наши данные позволили дополнить представления о генетическом разнообразии и филогеографии вида. Согласно полученным данным, в пределах Кавказа обитают следующие валидные внутривидовые таксоны прыткой ящерицы: *L. a. boetica* Suchow, 1929 и *L. a. exigua* Eichwald, 1831. На основании генетических и морфологических данных популяции с территории Карпат предложено рассматривать как самостоятельный подвид,

для которого найдено пригодное валидное название. Существование обособленной формы прыткой ящерицы в пределах одного из самых обширных горных хребтов Европейской Альпийской системы имеет свою биогеографическую основу. Выборка этого таксона формирует две субклады (подгруппы) мтДНК, локализованные в Татрах (Словакия, Венгрия) и Восточных Карпатах (Румыния, Украина). Для Кавказа, Карпат, Крымских гор и Пиренеев выявлено по одному эндемичному подвиду, на Балканах – три (*L. a. bosnica* Schreiber, 1912, candidates subspecies 1 и 2).

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 5-24-00013 (<https://rscf.ru/project/25-24-00013/>).

ВЛИЯНИЕ МАЛЯРИИ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДОМОВЫХ ВОРОБЬЕВ (*PASSER DOMESTICUS*)

М.М. Ерохина¹, А.В. Бушуев², Е.В. Платонова¹,
В.М. Хайтов³, А.А. Давыдов¹, А.Л. Мухин¹

¹ Биологическая станция «Рыбачий» ЗИН РАН, Рыбачий

² Кафедра зоологии позвоночных, Биологический факультет,
МГУ им. Ломоносова, Москва

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Малярия птиц, вызываемая паразитами рода *Plasmodium* (Haemosporida), рассматривается как один из значимых факторов, влияющих на физиологическое состояние воробьиных птиц и динамику их популяций. В последние десятилетия птичья малярия обсуждается как одна из возможных причин сокращения численности домового воробья (*Passer domesticus*) в ряде регионов мира, при этом физиологические последствия первичного заражения домовых воробьев малярией остаются малоизучены.

Выраженность негативных последствий заболевания малярией у птиц может существенно варьировать в зависимости от вида паразита и птицы-хозяина. Более того, недавние исследования показали, что даже паразиты, относящиеся к одному виду и одинаковой генетической линии по *mtb*, могут различаться по степени воздействия на организм птицы (Kalbskopf et al., 2024).

В данной работе мы исследовали динамику паразитемии и уровня энергетического метаболизма покоя у молодых домовых воробьев

в течение месяца после экспериментального инфицирования самым распространенным видом малярии птиц – *P. relictum* (линия SGS1). Дополнительно мы оценивали повторяемости метаболизма покоя и массы тела как показателей стабильности физиологического состояния птиц в период первичной инфекции. В эксперименте использовали два изолята паразита, полученных от доноров разных видов: обыкновенной чечевицы (*Carpodacus erythrinus*), пойманной во время весенней миграции на Куршской косе, и домового воробья из гнездящейся популяции птиц в поселке Рыбачий, Куршская коса.

В группах домовых воробьев, инфицированных разными изолятами *P. relictum* (SGS1), наблюдались выраженные различия в динамике паразитемии. Так, в группе птиц с паразитом, полученным от воробья, паразитемия развивалась раньше и не превышала 1%, за единственным исключением. В группе воробьев, инфицированных изолятом от чечевицы, развитие паразитемии было более асинхронное, а высокие значения паразитемии наблюдались позже, и у большего числа птиц паразитемия поднялась выше 1%. Моделирование динамики уровня метаболизма покоя у домовых воробьев выявило различия между группами птиц с разными изолятами паразита и контрольной группой, а также периоды снижения метаболизма покоя в обеих группах больных птиц. У воробьев с паразитом от чечевицы заражение вызывало сильные изменения в уровне расхода энергии в покое, в то время как у птиц с паразитом от воробья стабильность уровня расхода энергии не отличалась от таковой у контрольных птиц. При этом повторяемость массы тела была очень высокой как в контрольной, так и в обеих экспериментальных группах. Таким образом, полученные результаты, с одной стороны, указывают на присутствие различий в воздействии разных изолятов паразита на хозяина. С другой стороны, низкая смертность и стабильность физиологических показателей в течение эксперимента свидетельствует об общей устойчивости домовых воробьев к малярийной инфекции.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 20-14-00049

ЭНДЕМИЧНЫЕ ВИДЫ РОДА *NEOCOTTUS* (COTTOIDEI), АССОЦИИРОВАННЫЕ С УНИКАЛЬНЫМИ МЕСТООБИТАНИЯМИ В ОЗ. БАЙКАЛ

З.В. Жидков¹, Н.С. Мюге², Н.В. Анненкова¹, В.Г. Сиделева¹

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва

На дне Северной котловины озера Байкал, в бухте Фролиха (на глубине 400–480 м) расположено гидротермальное поле. В этом районе потоки тепла проходят через столб рыхлых осадков толщиной в несколько километров, что приводит к небольшому повышению температуры (на десятые доли градуса Цельсия) в поверхностных слоях донных отложений. В абиссальной зоне Центральной котловины (52°53' с.ш., 107°10' в.д.) на глубине 1390–1485 м зарегистрировано другое уникальное явление – высачивания холодного газа (метана). Это место известно как метановый сип «Санкт-Петербург». Комплексные исследования гидротермального поля и глубоководного сипа показали, что эти зоны характеризуются высокой биологической продуктивностью по сравнению с окружающими районами бентали. Повышенная продуктивность этих уникальных участков оз. Байкал поддерживается за счет хемосинтеза и метанотрофии. Фауна, связанная с этими местообитаниями, характеризуется высокой численностью крупных беспозвоночных и рыб. В каждом из этих двух сообществ всегда присутствует один вид рода *Neocottus*, который занимает доминирующее положение и тесно связан с сообществом посредством трофических связей.

В рамках данного исследования были изучены морфологические, экологические и генетические особенности вида *Neocottus thermalis*, который является облигатным обитателем гидротермальной зоны залива Фролиха (Северный Байкал). Был проведен сравнительный анализ внешних морфологических признаков с другим видом рода *Neocottus* (*N. werestschagini*), ассоциированным с холодным метановым сипом «Санкт-Петербург». Несмотря на сильную пространственную и батиметрическую изоляцию в пределах одного озера, оба вида оказались схожими по 70% изученных морфологических признаков. Уникальной морфологической особенностью обоих видов *Neocottus* (которая отсутствует у других байкальских коттоидных рыб) является

наличие на коже рядов кожных папилл необычной формы. Несмотря на значительное морфологическое сходство, два вида *Neocottus* оказались сильно дифференцированы генетически. Среднее p -расстояние между *N. thermalis* и *N. werestschagini*, рассчитанное на основе нуклеотидных последовательностей гена цитохрома *b* (1140 п.н.), составило 2.46%. Такой уровень дивергенции сопоставим с дистанциями, наблюдаемыми между отдельными родами эндемичных байкальских рыб семейства *Abyssocottidae*. Такое высокое генетическое различие было также независимо подтверждено в ходе исследования геномной ДНК методом ddRAD-секвенирования (Sandel et al., 2025). Значительные генетические различия между *N. thermalis* и *N. werestschagini* позволяют предположить, что эти два вида развивались независимо друг от друга в изолированных экосистемах на протяжении длительного периода времени.

О ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗАХ ДЛЯ ГРУППЫ СЕМЕЙСТВ, БЛИЗКИХ К NITIDULIDAE (COLEOPTERA: CUCULIFORMIA), И МНОЖЕСТВЕННЫЕ ПАРАЛЛЕЛИЗМЫ

А.Г. Кирейчук

Сделан обзор взглядов, ставших методологической основой для разработки системы и филогенетической гипотезы для группы семейств, близких к *Nitidulidae*. Наиболее надежным свидетельством древних дивергенций этих семейств может рассматриваться строение гениталий обоих полов, и поэтому в ряде случаев ископаемые жуки, у которых не сохранились признаки гениталии, могут соотноситься с определенной надвидовой группой только предположительно. По строению гениталий выделены две подгруппы семейств: близких к *Kateretidae* (*Arophisandridae*, *Boganiidae*, *Kateretidae*, *Parandrexidae* и *Smicripidae*) и близких к *Nitidulidae* (*Helotidae*, *Monotomidae* и *Nitidulidae*), – обнаруживающие значительную древность и многие исторические параллелизмы в строении и биологии и, по-видимому, имеющие общие корни ранее середины юры. Семейство *Nitidulidae* отчетливо разделяется по строению гениталий самцов на две филетические линии: нитидулиновую (*Cillaeinae*, *Cryptarchinae*, *Cybocephalinae*, *Maunipeplinae* и *Nitidulinae*) и карпофилинную (*Amphicrossinae*, *Calonecrinae*, *Carphophilinae* и *Eपुरаеinae*).

Обсуждаются предложения последних лет по изменению системы и филогенетических интерпретаций, в которых не учитываются фундаментальные особенности, а также предложения, полученные в результате сравнений некоторых нуклеотидных последовательностей, нуждающиеся в тщательных дополнительных проверках и уточнениях. Обсуждается независимое появление трофической приуроченности к генеративным органам растений у представителей многих групп рассмотренных семейств, неправильная интерпретация строения и трофики которых нередко приводит к неверным выводам, в том числе к серьезным ошибкам в построении классификаций и филогенетических реконструкций. Эти методологические дефекты требуют исправлений, которые можно осуществить благодаря методу (принципу) множественных параллелизмов. Этот принцип гармонично дополняет концепцию интегративных таксономии и филогеномики, обеспечивая их объективной основой и способом проверки. Он применим в случаях, аналогичных рассмотренному в изученной группе семейств. В ней наиболее выражены и многочисленны параллелизмы, связанные с освоением питания пыльцой в стробилах голосеменных и цветках покрытосеменных, которые могут проявляться в структурных особенностях личинок и взрослых жуков, и поэтому отразились в филогении нескольких семейств этой группы, в том числе в ископаемом материале. Доказательная способность этого метода эффективна главным образом при сопоставимости изменений в разных аспектах рассмотрения, которые можно принимать за сравнительно независимые (в дополнение к традиционным морфологическому, онтогенетическому и палеонтологическому, исследуются изменения также в экологическом, географическом, нуклеотидном и других аспектах), тогда как обычно используемый метод калибровки едва ли можно признать достаточным.

Обнаружены свидетельства связей представителей ископаемого семейства Parandrexidae с голосеменными, начиная с середины юры. А благодаря методу множественных параллелизмов показано, что если группа семейств, близких к семейству Nitidulidae, имеет общее происхождение, то подгруппу семейств, близких к семейству Kateretidae, следует рассматривать как преимущественно мезозойскую с некоторыми родами, представленными в современном биоте, в то время как подгруппа семейств, близких к Nitidulidae, должна рассматриваться, несмотря на сопоставимую древность, как процветающая главным образом в кайнозойе и давшая большое разнообразие современных как

имагинальных, так и полных антофагов покрытосеменных. При этом современные нитидулиды, обитающие на соцветиях пальм нередко обнаруживают наибольшее конвергентное сходство многих структур с таковыми у мезозойских апофизандрид.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА СКОРОСТЬ РОСТА И СРОКИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ БЕЛОМОРСКИХ ЛИТТОРИН

Е.В. Козминский

Littorina obtusata (Linnaeus, 1758) и *L. saxatilis* (Olivi, 1792) – широко распространенные бореальные моллюски, населяющие литораль морей северного полушария. Темп роста и сроки достижения полового созревания у беломорских представителей этих видов существенно отличаются от таковых в более южных регионах. Одним из наиболее важных факторов, определяющих эти параметры жизненного цикла у моллюсков, является температура окружающей среды. В условиях глобального потепления, следует ожидать изменения обеих характеристик и, соответственно, существенных изменений в реализации жизненных циклов беломорских литторин.

Для проверки этого предположения были проанализированы три группы данных. К первой относятся результаты экспериментов по изучению роста и сроков полового созревания литторин в лаборатории. Во вторую группу входят наблюдения за сезонной динамикой роста и размножения литторин в естественных условиях. Третью группу составляют результаты изучения скорости роста моллюсков при разной температуре окружающей среды, полученные процессе мониторинговых наблюдений на о. Ряжков (Кандалакшский государственный природный заповедник) в период с 2001 по 2024 гг.

В естественных условиях, беломорские литторины достигают половой зрелости в конце третьего – начале четвертого (3+) года жизни и приступают к размножению в возрасте трех лет. В лабораторных условиях было установлено, что момент наступления половой зрелости у литторин определяется не возрастом, а достигнутым размером: сеголетки, содержащиеся при 20 °С, росли значительно быстрее, чем в естественных условиях и достигали половой зрелости примерно за восемь месяцев.

Анализ данных, полученных в ходе мониторинга, показал, что скорость роста сеголеток *L. obtusata* и *L. saxatilis* в различные годы была тем больше, чем выше средняя температура в течение вегетационного периода. Следовательно, глобальное потепление действительно оказывает существенное воздействие на рост литторин; принимая во внимание результаты лабораторных исследований, это может приводить к сокращению сроков полового созревания моллюсков. Особый интерес в этом отношении представляет анализ данных по росту литторин, полученных в 2024 г., который был самым теплым за весь период проведения исследований. Он позволил, опираясь на данные по сезонной динамике роста и размножения моллюсков в естественных условиях, оценить сокращение сроков полового созревания беломорских литторин при повышении температуры и воздействие глобального потепления на реализацию их жизненного цикла.

В 2024 г. литорины в возрасте двух лет (2+) достигли размера полового созревания (7.0 мм) на месяц раньше, чем обычно – в начале августа, а отдельные особи даже в конце июля. В случае яйцеживородящих *L. saxatilis*, с пиком вымета сеголеток в августе, часть моллюсков, достигших полового созревания в это время, могла принять участие в воспроизводстве популяции уже в текущем году. В случае *L. obtusata*, сокращения сроков полового созревания вследствие увеличения скорости роста самого по себе недостаточно для существенного изменения репродуктивной биологии этого вида. Так как откладка яйцевых капсул у *L. obtusata* завершается к началу июля, достигшие половой зрелости особи в возрасте 2+ «не успевают» принять участие в воспроизводстве популяции в текущем году. Для того, чтобы *L. obtusata* приступили к размножению в возрасте двух лет необходимо также увеличение продолжительности вегетационного периода примерно на месяц. Последнее, учитывая многолетнюю динамику изменения температуры в районе исследований, весьма вероятно и может произойти уже в ближайшем будущем.

Таким образом, глобальное потепление оказывает существенное воздействие на скорость роста и сроки полового созревания беломорских *L. obtusata* и *L. saxatilis*, что может привести к изменениям в их репродуктивной биологии и жизненных циклах.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 125012800889-2 ЗИН РАН.

ДВОЙНАЯ ГОСТАЛЬНАЯ РАДИАЦИЯ КАК ДРАЙВЕР ЭВОЛЮЦИИ ТРЕМАТОД ИЗ СЕМЕЙСТВА BRACHYCLADIIDAE, ПАРАЗИТОВ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Г.А. Кремнев, А.Г. Гончар, Д.Ю. Крупенко

Семейство Brachycladiidae – это единственная крупная группа трематод, окончательными хозяевами которых выступают только морские млекопитающие (китообразные, ластоногие и калан). Брахи-кладииды обладают всесветным распространением и могут напрямую влиять на выживаемость морских млекопитающих, поскольку многие виды этого семейства являются патогенными. Несмотря на это, биология брахи-кладиид остается слабо изученной, а особенно мало мы знаем о жизненных циклах этих паразитов.

Ранее в Белом море нами были идентифицированы первые промежуточные хозяева двух видов брахи-кладиид – брюхоногие моллюски *Cryptonatica affinis* (Naticidae). Участвуют ли натициды в реализации жизненных циклов и других представителей Brachycladiidae? Для ответа на этот вопрос мы собирали брюхоногих моллюсков этого семейства в Белом и Баренцевом морях на протяжении последних пяти лет. Среди 1096 вскрытых гастропод, 12 особей были заражены редиями и церкариями, морфологически сходными с ранее описанными нами партенитами и личинками Brachycladiidae gen. sp. 1 WS и *Orthosplanchnus arcticus*. Выполненный молекулярно-генетический анализ однозначно показал принадлежность новых изолятов четырем разным видам семейства Brachycladiidae. Для двух из них полученные последовательности совпали с имеющимися в базе данных GenBank сиквенсами марины *Campula oblonga* и “*Synthesium seymouri*”, паразитов морских свиней и белухи. Таким образом, нам впервые удалось частично расшифровать жизненный цикл двух видов трематод из китообразных.

Кроме того, сравнение генетической изменчивости и молекулярно-филогенетический анализ доступных последовательностей *C. oblonga* позволил нам показать, что на самом деле они принадлежат трем разным видам: *C. folium*, *C. oblonga* и *Campula* sp. Это разделение подтверждается особенностями географического распространения (все три вида обитают в симпатрии в Тихом океане), и различным спектром окончательных хозяев (паразитируют в разных видах морских свиней).

Наконец, полученные результаты подчеркивают ключевые различия между Brachyaldiidae и их ближайшими родственниками, трематодами семейства Acanthocolpidae. Первые реализуют свои жизненные циклы с участием морских млекопитающих и брюхоногих моллюсков отряда Littorinimorpha, в то время как вторые паразитируют в морских рыбах и гастроподах отряда Neogastropoda. Можно предположить, что «спусковым крючком» эволюции брахикладиид стала двойная гостальная радиация, колонизация не только новых окончательных хозяев (морских млекопитающих), но и новых первых промежуточных хозяев (литториноморф семейства Naticidae). Кроме того, именно двойная гостальная радиация, вероятно, и стала основой биологического успеха трематод семейства Brachycladiidae.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 25-24-00386.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫХ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ РОДА *DINOPHYSIS* (EHRENBERG) В БЕЛОМ МОРЕ

П.Я. Лаврентьев, Н.В. Усов, П.А. Лезин, В.В. Халаман

Фитотоксины представляют собой реальную угрозу для здоровья и хозяйственной деятельности человека в морских экосистемах, включая аркто-бореальные воды. Из 11 потенциально токсичных планктонных динофлагеллят, обнаруженных в Белом море, виды рода *Dinophysis* являются доминантными. Они могут выделять ряд токсичных метаболитов, которые накапливаются в тканях планктоядных организмов. Биоаккумуляция начинается при численности динофлагеллят в толще воды >200 клеток/л, а при 1000 клеток/л и выше концентрация токсинов в тканях планктофагов может достигать опасного уровня. Эти токсины ингибируют критически важные пищеварительные ферменты в кишечнике человека и негативно воздействуют на его нервную и иммунную системы. На Беломорском побережье хорошо известны случаи острого отравления населения сельдью в летний период, когда эта рыба нагуливается после нереста в прибрежных водах.

На Беломорской Биологической Станции (ББС) нами были проведены исследования фенологии и вертикального распределения динофлагеллят данного рода на станции D-1 напротив мыса Картеш в

Чупинской губе. Поскольку представители рода *Dinophysis* являются облигатными миксотрофами, была также изучена динамика их основного пищевого организма – ресничной инфузории *Mesodinium rubrum*. Кроме того, в период летней стратификации было изучено распространение этих организмов в Чупинской Губе, водах Керетского архипелага, а также по акватории Белого моря (Кандалакшский, Онежский, Двинский и Мезенский заливы и центральный Бассейн). Всего за период полевых исследований было собрано и обработано более 200 проб микропланктона.

Наиболее распространенными являлись виды *D. acuminata* и *D. norvegica* (встречаемость ~50%). Первый из них появлялся уже в марте под нижней кромкой льда. Оба вида достигали пика во время летней стратификации в подповерхностном максимуме хлорофилла «а». В целом, сезонные изменения численности *Dinophysis* и *Mesodinium* отражали динамику по типу «хищник–жертва». Максимальная численность *Dinophysis* (~10000 клеток/л) была обнаружена на станции D-1 в июле. В Онежском заливе и Бассейне их пиковая численность была в пределах 1350–2000 клеток/л. В накопительной культуре оба вида *Dinophysis* удвоили свою численность в течение суток, несмотря на субоптимальные условия роста (5 °C). В проведенных на ББС исследованиях по питанию доминантной планктонной копеподы *Calanus glacialis* и широко распространенного в Белом море двустворчатого моллюска *Arctica islandica*, оба указанных вида беспозвоночных селективно поглощали *Dinophysis*.

Таким образом динофлагелляты рода *Dinophysis* в изученных районах Белого моря могут достигать численности, при которой возникает опасность биоаккумуляции токсинов в пищевых цепях. В этой связи необходимость продолжения их изучения не вызывает сомнений.

Работа выполнена в рамках гос. задания № 125012800889-2

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ КОРНЕГОЛОВЫХ РАКООБРАЗНЫХ (THECOSTRACA: RHIZOCERHALA)

А.Д. Лянгузова, Н.А. Арбузова, А.А. Миролюбов

Корнеголовые ракообразные (Rhizocerhala) – высокоспециализированные паразиты других ракообразных. Взрослые особи ризоцефал

морфологически сильно видоизменены. В теле самки выделяют два отдела: экстерну – мешковидное образование, вынесенное за пределы тела хозяина, и интерну – систему столонов, расположенных в гемоцеле зараженной особи. Столоны поглощают питательные вещества, которые затем по лакунарной системе транспортируются к экстерне. Кроме того, интерна непосредственно взаимодействуют с нервной системой хозяина, что играет ключевую роль в феномене паразито-хозяинного манипулирования.

Ранее нами было высказано предположение об участии мышечной системы столонов в направленном транспорте веществ к экстерне. В рамках данной работы впервые были описаны столоны *Lernaeodiscus rybakovi*, лишенные мышечных клеток. При этом для данного вида характерна необычная дифференцировка интерны на 3 части: главный столон, первичные лопастевидные и вторичные столоны. В главном столоне присутствуют многочисленные актиновые филаменты. Возможно, появление лопастевидных столонов компенсаторно и необходимо для эффективного транспорта веществ от вторичных столонов к экстерне. Для *L. rybakovi* нами также было показано наличие инвазивных столонов двух типов, что ранее было описано только для представителей сем. Sacculinidae. Бокаловидные органы этого вида обладают рядом уникальных признаков: в них присутствует три слоя клеток, клетки промежуточного слоя разделены лакунами. В совокупности полученные данные могут свидетельствовать в пользу выделения отдельного сем. Lernaeodiscidae.

Нами был проведен сравнительный анализ строения экстерн представителей «Kentrogonida» и высказаны предположения, как могла происходить эволюция этой группы. Переход от базального «пелтогастридного» варианта к более позднему «полиасцидному» сопровождался смещением стебелька с вентральной стороны на проксимальный конец экстерны и координированным поворотом осей тела на 90°, что указывает на изменение ориентации экстерны в ходе развития “кентрогонид”.

Наконец, многие морфологические признаки экстерн исторически были использованы в таксономии Rhizosephala. Нами было показано, что строение инвазивных столонов может быть использовано для деления представителей отдельных семейств корнеголовых. Так, для паразитов сем. Sacculinidae характерно наличие бокаловидных органов и нейропил-ассоциированных столонов в нервной ткани, а для сем. Polyascidae – только нейропил-ассоциированных столонов. Такой диа-

гностический критерий может быть использован в т.ч. для разделения видов, паразитирующих на одном виде хозяина, наряду с молекулярно-генетическими методами.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-24-00133.

**ОТ ПРИСУТСТВИЯ К ВЛИЯНИЮ:
РОЛЬ *HALICHONDRIA PANICEA* (PORIFERA:
DEMOSPONGIAE) В ФОРМИРОВАНИИ СООБЩЕСТВ
ОБРАСТАНИЯ В БЕЛОМ МОРЕ**

П.А. Манойлина, А.Ю. Комендантов, В.В. Халаман

Доминирующие виды в эпибентосных сообществах рассматриваются как структурообразующие элементы, определяющие пространственную организацию формируемых ими обрастаний, особенности ассоциированной фауны, а также направление сукцессии. Тем не менее, остаётся недостаточно изученным вопрос, вызвано ли воздействие доминирующих видов самим фактом их присутствия или определяется масштабом развития этих организмов – площадью проективного покрытия и/или накопленной биомассой. Беломорская губка *Halichondria panicea* известна своим быстрым ростом, способностью активно обрастать прикрепленные живые организмы, а также эмиссией в окружающую среду биоактивных соединений. Для многолетних сообществ обрастания показано существенное влияние этого вида на поселения как прикрепленных, так и подвижных организмов. В то же время роль *H. panicea* в формировании ранних сообществ обрастания (при сроках экспозиции субстратов в воде около одного года), а также зависимость интенсивности воздействия губки на окружающие организмы от размера самой губки остаются мало изученными.

Для того, чтобы восполнить этот пробел, в 2023–2024 гг. на морском полигоне в бухте Круглая, расположенной около Беломорской биостанции ЗИН РАН «Картеш» (губа Чупа Кандалакшского залива Белого моря), был проведён следующий полевой эксперимент. В толще воды на глубинах 1.5 и 5 м было вывешено 24 контрольных и 24 экспериментальных планшета. Планшеты представляли собой пластиковые кольца с натянутой на них ситовой тканью. В центре экспериментальных планшетов размещали по фрагменту *H. panicea* размером 4×4 см. К контрольным планшетам губки не крепили. Контакт с грунтом ис-

кусственные субстраты не имели, продолжительность их экспозиции в море составила 13 месяцев. По завершении эксперимента определяли качественный и количественный состав сформировавшихся на планшетах сообществ обрастания, измеряли массу и проективное покрытие *H. panicea*.

Анализ результатов эксперимента (PERMANOVA, R) показал, что присутствие *H. panicea* не оказало достоверного влияния на структуру сформировавшихся сообществ обрастания. Общая биомасса обрастания также не различалась между контрольными и экспериментальными планшетами. Вместе с тем, глубина была значимым фактором, определяющим состав и доминирующие компоненты сообществ. При этом губки демонстрировали различную интенсивность роста: на глубине 5 м к концу эксперимента они достигли существенно большей площади покрытия и биомассы, чем на глубине 1,5 м. Именно на глубине 5 м были выявлены видоспецифические эффекты: увеличение биомассы *Hiatella arctica* и *Gammarus oceanicus*, а также снижение биомассы *Crassikorophium bonelli* и *Coryphella verrucosa*. На глубине 1.5 м, где губка оставалась меньших размеров, подобных эффектов не наблюдалось.

Таким образом, в течение первого года формирования сообществ влияние *Halichondria panicea* определяется не самим фактом её присутствия на субстрате, а масштабом её развития. Губка начинает оказывать локальное воздействие на отдельные виды только при достижении значительной площади и биомассы. Полученные результаты уточняют механизмы участия данного вида в формировании бентосных сообществ и подчёркивают размерно-зависимый характер его экологической роли.

Работа выполнена в рамках гос. задания № 125012800889-2.

ФИЛОГЕНИЯ, СИСТЕМАТИКА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОДСЕМЕЙСТВА КЛОПОВ-СЛЕПНЯКОВ BRYOCORINAE (INSECTA: HETEROPTERA: MIRIDAE)

А.А. Намятова, Ф.В. Константинов

Miridae, или клопы-слепняки, – это одно из самых больших семейств насекомых. На данный момент в его составе выделяют восемь подсемейств: Bryocorinae, Cyllapinae, Deraeocorinae, Isometopinae, Mirinae, Orthotylinae, Phylinae, Psalloripinae. Bryocorinae включает примерно

1000 видов, которые по большей части распространены в тропиках и субтропиках на разных континентах. Эта группа разнообразна по морфологическим признакам и по экологическим предпочтениям, среди ее представителей есть виды, питающиеся на покрытосеменных растениях, папоротниках и даже мхах. Некоторые виды *Bryocorinae* – зоофитофаги, в том числе используемые в биоконтроле, и серьезные вредители разных сельскохозяйственных культур, например, какао, кофе, кешью.

С 1976 года внутри *Bryocorinae* выделялись три трибы: *Bryocorini*, *Escritotarsini* и *Dicyphini*. Триба *Escritotarsini* включала подтрибы *Escritotarsina* и *Palaucorina*. Внутри *Dicyphini* выделялись подтрибы *Dicyphina*, *Monaloniina*, *Odoniellina*. В 2016 году нами была опубликована филогения *Bryocorinae* на основе морфологических признаков, где *Palaucorina* были перенесены в подсемейство *Cyularinae*. В этой же работе *Odoniellina* были сведены в синонимы к *Monaloniina*, и эта подтриба была возведена в ранг трибы, и была описана новая триба *Felisacini*. Из-за существенных морфологических различий между трибами и отсутствия однозначных апоморфий для всего подсемейства возникли сомнения в его монофилии.

Мы провели филогенетический анализ *Bryocorinae* на основе пяти молекулярных маркеров (COI, 12S рРНК, 16S рРНК, 18S рРНК, 28S рРНК), чтобы протестировать монофилию всего подсемейства и его надродовых групп, и также их родственные отношения. В анализ были включены 89 представителей из разных триб *Bryocorinae*, и виды из всех других подсемейств *Miridae*.

Было показано, что подсемейство и некоторые его трибы немонафиличны. В частности, большинство представителей *Escritotarsini* формируют кладу с *Isometopinae*. Филогенетическое положение других родов *Escritotarsini* остается неясным. Род *Dicyphus* формирует кладу с трибой *Felisacini*, а родственные отношения клады, которая включает все остальные роды, ранее помещенные в трибу *Dicyphini*, не ясны. По результатам этого исследования было предложено повысить трибы *Escritotarsini*, *Dicyphini* и *Monaloniini* до ранга подсемейств. В составе *Dicyphinae* остался род *Dicyphus* и туда же была помещена триба *Felisacini*. Группа с большинством представителей трибы *Dicyphini* была выделена в отдельное подсемейство *Macrolophinae*. Подсемейство *Bryocorinae* включает только представителей трибы *Bryocorini*. Учитывая данные нашего анализа, семейство *Miridae* насчитывает 12 подсемейств.

Анализ датировок показал, что подсемейства Dicyphinae, Ecsitotarsinae, Monaloniinae, распространенные в Новом Свете и Старом Свете, произошли на границе мезозоя и кайнозоя (~ 66 млн). Однако космополитическое подсемейство Macrolophinae возникло в кайнозое (26–58 млн). Подсемейство Bryocorinae произошло еще позже, в миоцене или эоцене (18–41 млн), но его представители не обитают в Северной и Южной Америке. Широко распространенные роды, обладающие большим видовым разнообразием, *Dicyphus* и *Felisacus*, появились в этот же период. *Dicyphus* обитает в основном в умеренных зонах Голарктики и, скорее всего, использовал Берингийские мосты для миграции между материками.

К ИСТОРИИ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН: ЗИН – КАФЕДРА ЭНТОМОЛОГИИ МГУ. 100-ЛЕТНИЕ СВЯЗИ

Э.П. Нарчук, А.Г. Мосейко, Т.А. Сулейманова, Е.П. Тихонова

В течение 100 лет Кафедра энтомологии МГУ готовит кадры специалистов, изучающих насекомых, в том числе систематиков насекомых. Некоторые из них продолжают свою энтомологическую карьеру в Зоологическом институте РАН. Все они своими публикациями внесли огромный вклад в познание Insecta, одного из крупнейших классов животных, играющего важную роль в жизни природы и человеческого общества, а также значительно обогатили коллекционную базу Зоологического института.

Следующие выпускники Московского государственного университета в разные годы работали в Зоологическом институте как штатные сотрудники или по договорам, или учились в аспирантуре:

Андрей Васильевич Мартынов (1979–1938) – крупный морфолог и палеоэнтомолог;

Борис Борисович Родендорф (1904–1977) – всемирно известный диптеролог и палеоэнтомолог;

Николай Николаевич Плавильщиков (1892–1962) – известный колеоптеролог, специалист по жукам-дровосекам;

Олег Леонидович Крыжановский (1918–1997) – крупный колеоптеролог, специалист по жукам жужелицам;

Лидия Андреевна Жильцова (1926–2015) – известный специалист по веснянкам;

Алексей Константинович Загуляев (1924–2007) – известный специалист по молевидным чешуекрылым;

Татьяна Николаевна Бущик (1927–????) – изучала щитовок;

Марианна Михайловна Логинова-Дудыкина (1926–1979) – специалист по листоблошкам;

Наталья Александровна Филиппова (1929–2018) – крупный специалист по кровососущим клещам;

Эмилия Петровна Нарчук (1930) – диптеролог, изучает разные группы двукрылых насекомых;

Лидия Георгиевна Ситникова (1932–????) – специалист по орибатоидным клещам;

Нина Николаевна Дербенева (1930–????) – изучала трипсов;

Вадим Филиппович Зайцев (1934–2012) – диптеролог, изучал мух жужжал, многие годы был зам. директора;

Лев Никандрович Медведев (1935–2026) – колеоптеролог, крупный специалист по жукам-листоедам;

Борис Александрович Коротяев (1951) – колеоптеролог, специалист по жукам долгоносикам и редактор;

Алексей Григорьевич Мосейко (1980) – колеоптеролог, специалист по жукам земляным блошкам;

Ждем новых выпускников Кафедры энтомологии МГУ в аспирантуру ЗИН.

ВАРИАТИВНОСТЬ ПОСТЛАРВАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ ГУБОК РОДА *SUCON* И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ТАКСОНОМИИ

Е.А. Нефедова¹, В.Р. Хабибулина²

¹ Зоологический институт РАН

² Санкт-Петербургский Государственный Университет

В современной таксономии класс известковые губки разделен на два подкласса на основании эмбриологических признаков, таких как форма личинки или порядок возникновения разных типов спикул в процессе развития. На уровне отрядов, семейств и родов, классификация опирается на морфологические признаки, такие как строение водоносной системы, общая архитектура скелета, присутствие определенных скелетных элементов. Так, семейство *Leucosoleniidae*, в рамках отряда *Leucosolenida*, характеризуется водоносной системой асконоидного

типа, а семейство Syconidae – водоносной системой сиконоидного типа и отсутствием кортикального скелета. Представители последнего и привлекли наше внимание.

Полностью жизненный цикл сиконоидной известковой губки был описан только для одного вида – *Sycon raphanus*. Однако отдельные его периоды были изучены разными авторами в разное время на разных популяциях. Наиболее подробно рассмотрено было эмбриональное развитие (Schulze, 1878, Maas, 1898, Duboscq and Tuzet, 1935 и др.). Все материалы предшественников и новые данные были обобщены в монографии О. Тюзэ (Tuzet, 1973). Представленная в этой монографии последовательность этапов постларвального развития выглядит так: оседание свободноплавающей личинки – метаморфоз, сопровождающийся закладкой первых спикул – формирование асконоидного олинтуса (ювенильной стадии) – закладка первых радиальных камер – формирование сиконоидной водоносной системы.

Имея редкую возможность работать с культурой фильтрующих губок в течение последних десяти лет, мы задались целью проследить постларвальное развитие известковой губки рода *Sycon* на материале одной популяции. Для документирования последовательных стадий развития были использованы методы прижизненной микрофотографии и сканирующей электронной микроскопии. Для подтверждения принадлежности исследуемых экземпляров к одному виду было выполнено секвенирование 28S участка ДНК для десяти образцов, несущих признаки, принятые нами за наиболее характерные для этой популяции. Отсмотрено и зафиксировано для дальнейших исследований было несколько сотен образцов.

В ходе наблюдений обнаружилось, что развитие исследуемой губки может протекать двумя способами: ранее описанным для *Sycon raphanus* и способом, включающим формирование ветвящихся асконоидных трубок, больше напоминающих представителей рода *Leucosolenia*. Сиконоидные и асконоидные образцы встречались в одном и том же аквариуме на одних и тех же субстратах. Нам удалось найти ряд переходных форм, демонстрирующих, каким образом ветвящаяся асконоидная губка превращается в сиконоидную полностью или частично. Однако, в момент сбора материала мы чаще всего сталкивались с целиком асконоидными или сиконоидными образцами. Последовательности 28S для асконоидных и сиконоидных губок полностью совпали.

Таким образом, исследованный нами представитель рода *Sycon* демонстрирует два варианта постларвального развития. Наблюдаемые

нами губки, принадлежащие одному виду, но развивавшиеся разными способами, имеют значительно различающееся морфологическое строение, то есть этот вид несет признаки двух семейств *Leucosoleniidae* и *Syconidae*. На основании исследования одного вида мы не можем считать, что все сиконоидные губки имеют аналогичные показанным особенности развития. Однако этих данных достаточно, чтобы утверждать, что назрела необходимость переработать диагнозы родов *Sycon* и *Leucosolenia* и семейств *Syconidae* и *Leucosoleniidae*.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕМАТОД В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (ПЕЧОРСКОЕ МОРЕ)

К.Е. Николаев, К.В. Галактионов, Д.А. Аристов, А.А. Виноградова

Паразиты, в том числе трематоды, оказывают важное регулирующее воздействие на популяции животных-хозяев, включаются в трофические связи, потоки вещества и энергии в экосистемах. Наиболее значимо влияние паразитов в прибрежных морских экосистемах, где создаются благоприятные условия для их трансмиссии. В этом плане Печорское море представляет особый интерес, поскольку в силу своей мелководности и высокой биомассы бентосных организмов привлекает сотни тысяч водоплавающих, мигрирующих по Восточно-Атлантическому пролетному пути. При этом, происходящее потепление климата сильно выражено в районе Печорского моря, что может благоприятствовать успеху трансмиссии паразитов.

К настоящему времени завершен анализ данных, собранный в различных районах Печорского моря (прибрежье о-вов Вайгач, Долгий и Хайпудырская губа) в 2007–2020 гг. Здесь, в местах концентрации птиц, функционируют очаги заражения трематодами. В мидиях зарегистрированы метацеркарии *Renicola* spp. и *Gymnophallus bursicola* – патогенных паразитов почек и кишечника морских уток. Массовое скопление обыкновенной гаги у о. Вайгач определило высокую зараженность мидий личинками *G. bursicola*, а концентрация гаги-гребенушки в районе Хайпудырской губы – высокую зараженность обитающих здесь моллюсков личинками *Renicola* spp. Полученные данные свидетельствуют о существенном увеличении с 2007 по 2020 гг. зараженности мидий метацеркариями *Renicola* spp., в то время как зараженность мидий *G. bursicola* значимо не изменилась, хотя и продемонстрировала тенденцию к повышению. Отмеченный рост зараженности может быть об-

условлен повышением среднелетней (июль–август) температуры воды, который наблюдается в последнее десятилетие в Печорском море, что могло интенсифицировать трансмиссию этих видов трематод.

На основании данных, полученных в 2002–2022 гг., проведен анализ зараженности брюхоногих моллюсков *Littorina saxatilis* партенитами 6 видов трематод – *Microphallus pygmaeus*, *M. piriformes*, *M. pseudopygmaeus*, *M. triangulatus*, *Tristriata anatis* и *Podocotyle atomon* в 6 локациях Печорского моря. Выявлены существенные межрегиональные различия в зараженности моллюсков, свой вклад в которые внесли все перечисленные виды, за исключением *P. atomon* и *M. triangulatus*. Так *M. pygmaeus* доминировал в составе заражения литорин на о-ве Вайгач, при его отсутствии на о-ве Долгом, где высоких значений достигала зараженность *T. anatis* и *M. pseudopygmaeus*. Анализ межгодовых данных (2007–2020 гг.), проведенный на о-ве Долгий, показал наличие существенных межгодовых флуктуаций зараженности *L. saxatilis* всеми видами трематод, чьими окончательными хозяевами служат птицы. В то же время зараженность моллюсков партенитами *P. atomon*, вида, завершающего свой цикл в рыбах, не претерпевала значимых межгодовых изменений. Достоверный рост в период с 2017 по 2020 гг. зараженности моллюсков партенитами *T. anatis*, скорее всего, обусловлен значимым повышением температуры поверхностного слоя воды, отмеченным в указанный период, что стимулировало продукцию церкарий и способствовало выживаемости инцистированных на литоральных субстратах метацеркарий.

Полученные данные свидетельствуют об уже происходящем положительном воздействии потепления климата Арктики на трансмиссию паразитов. Для анализа последствий такого рода воздействия на арктические прибрежные экосистемы необходимо выполнение мониторинга на полигонах, где создаются наиболее благоприятные условия для циркуляции паразитов. К таковым относятся обследованные районы Печорского моря.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-14-00329 и в рамках тем госзадания 125012800889-2 и 125012800903-5

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИКРЕПИТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ У ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПРОТИСТ НА ПРИМЕРЕ СПОРОВИКОВ И ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ

М.Е. Прилуцкий^{1,2}, А.И. Кудрявкина³,
Т.С. Миролюбова³, Г.Г. Паскерова⁴

¹ Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

³ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва,

⁴ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Считается, что исходные формы мизозоа (Myozozoa) – специфической линии эволюции альвеолят (Alveolata), являлись хищниками, которые высасывали цитоплазму своей жертвы. Необычный способ питания (клеточный вампиризм или мизоцитоз) стал предпосылкой для возникновения паразитических форм, которые смогли заселить морских, затем пресноводных и наземных животных. В частности, споровики и динофлагелляты, представляющие две крупные монофилетические клады ранга типа в пределах Myozozoa (Sporozoa Leuckart, 1879 и Dinoflagellata Bütschli, 1885), вызывают глубокий интерес исследователей в связи с их переходом к паразитизму. Сравнительное исследование таких паразитов очень важно для понимания становления и эволюции паразитизма среди альвеолят и существенно расширяет наши знания о паразитических протистах в целом.

При внеклеточном паразитизме протисты прогрессивно развиваются: клетки увеличиваются в размерах, и у них, как правило, развивается прикрепительная органелла и имеется выраженная подвижность. Согласно ранее проведенным морфологическим исследованиям, прикрепительные органеллы таких внеклеточных споровиков как архи-, бласто- и эугрегарины, паразитирующих в беспозвоночных, различаются по строению и генезису. Архи- и бластогрегарины имеют мукрон, осуществляющий мизоцитоз, тогда как для эугрегаринов характерен эпимерит, участвующий в трансмембранном транспорте питательных веществ из клетки хозяина в клетку паразита (Paskerova et al., 2018, 2021; Simdyanov et al., 2017, 2018).

С помощью методов световой и электронной микроскопии мы изучили аппарат прикрепления динофлагелляты *Haplozoon armatum* Dogiel, 1906, кишечного паразита полихеты *Travisia forbesii*, и Dinoflagellata gen sp., эктопаразита полихеты *Euchone analis*. Прикрепитель-

ные аппараты исследованных паразитов совмещают в себе функции прикрепления и питания, однако по-разному организованы: на переднем конце гаплозооны имеют диск для прикрепления к эпителию хозяина, стилет для разрушения эритроцитов и тонкие псевдоподии для резорбции питательных веществ из разрушенных клеток хозяина. Эктопаразит эухоны имеет передний трубчатый вырост – педункулом, который использует для закоривания в покровах хозяина и для поглощения питательных веществ путем мизоцитоза. Таким образом, исследованные паразиты – примеры разных стратегий паразитирования среди динофлагеллят. При этом, педункулом эктопаразита можно сопоставить с мукроном архи- и бластогрегарин, участвующим в мизоцитозе, а прикрепительный аппарат гаплозоонов не имеет аналогов среди других одноклеточных.

Сбор и фиксация материала осуществлены в рамках темы государственного задания № 125012800903-5, морфологическое исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 25-24-00918 (<https://rscf.ru/project/25-24-00918/>) с использованием оборудования ЦКП «Таксон» ЗИН РАН и РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий» и «Культивирование микроорганизмов» СПбГУ.

ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРЯМОКИШЕЧНЫХ ПЛОСКИХ ЧЕРВЕЙ ИЗ ГРУППЫ LIMNOTYPHLOPLANIDA

О.И. Райкова

В связи со значительным пересмотром филогении и систематики плоских червей и отряда Rhabdocoela в частности, стало актуальным пересмотреть и наши представления об эволюции нервной системы этих животных. С использованием иммуногистохимии и конфокальной микроскопии были изучены представители Limnotyphloplanida Van Steenkiste et al., 2013: *Microdallyellia picta* и *Castrella truncata* (пресноводные Dalyelliidae), *Bothromesostoma essenii* и *Castrada hofmanni* (пресноводные Typhloplanidae). Исследовано распределение FMRFамид – иммунореактивных (ИР) и 5-НТ-ИР нейронов в мозге, продольных стволах и поперечных комиссурах. У *M. picta* двулопастной мозговой ганглий имеет форму арки, причем 9 пар мозговых нейронов лежат на дорсальной стороне. В центральной области нейропиля выделяется характерная мощная эллипсоидная структура. Подобная структура обнаружена также у *C. truncata* и не выявлена у *B. essenii* и *C. hofmanni*

или у прочих ранее исследованных турбеллярий. Предположительно, эллипсоидная пептидергическая структура может рассматриваться как синапоморфия пресноводных Dalyelliidae.

У исследованных видов обнаружены три пары нервных стволов с неполными поперечными комиссурами, что соответствует нерегулярному или концентрированному ортогонам по классификации Е.А Котиковой, характерными для Rhabdocoela. Нервные кольца, ассоциированные с нейронами, окружают глотку. Выявлено отсутствие полного совпадения в моделях иммунореактивности 5-НТ (серотонина) и FMRF-амида, что косвенно говорит о разделении их функций. 5-НТ-ИР волокна образуют тонкую сеть на поверхности тела и предположительно участвуют в регуляции биения ресничек. FMRFамид-ИР волокна, напротив, встречаются главным образом в мозге и по ходу стволов ортогона.

ТРЕХСТОРОННИЙ СИМБИОЗ НЕМАТОДЫ– ГРИБЫ–КОРОЕДЫ В БОЛЕЗНЯХ ДЕРЕВЬЕВ

А.Ю. Рысс¹, А.О. Селюк¹, К.С. Полянина¹, И.А. Керчев²

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Институт мониторинга климатических и экологических систем (Томск)

Стволовые нематоды (группа родов сем. Aphelenchoididae) вызывают гибель лесных и парковых насаждений во всем мире. Два вида патогенного рода *Bursaphelenchus* включены в международные карантинные списки. Эти нематоды амфитрофы, используют свой колюще сосущий стоматостиль для питания сначала клетками флоэмы и смоляных ходов живых растений, а после смерти дерева переходят к питанию мицелием ксилобионтных грибов, развивающимся в тканях мертвого дерева. Поэтому болезни растений с участием стволовых нематод это мико-нематодозы, где настоящим патогеном в зависимости от конкретной болезни (вилта или суховершинности вида древесного растения) может быть или нематода или грибок, а его визави в патогенной паре действует как оппортунист, завершающий гибель дерева. Нематодозы – болезни трансмиссивные, распространяются с участием переносчика – жука короеда или усача. Жук инокулирует оба патогена – пассивных криптобиотических дауер-личинки нематод и споры гриба в здоровое дерево при яйцекладке, или при дополнительном питании на ветках сразу после вылета из кукольной камеры. Отношения в инфекционном симбиотическом треугольнике

(микробиоме) характеризуются как форезия (нематод и грибов жуком) и мутуализм (грибное садоводство короедов), а отношения с грибов и нематод с деревом хозяином – как паразитизм. Наименее изучены отношения между грибами и нематодами: синергисты, антагонисты или специфичные мутуалисты?

Цель исследования – оценка связей нематод и грибов в трансмиссивном микробиоме. Задачи: составить живые коллекции нематод и мицелиальных грибов от жуков-переносчиков; провести 1) мико-тесты: а) грибы от переносчиков оценить как субстраты для размножения нематод (сравнительная специфичность); б) грибы от переносчиков как субстраты долговременного выживания нематод; 2) фито-тесты: комбинированная инфекция в дерево-хозяина гриба и нематоды, изолированных от переносчиков и предварительно размноженных в моновидовых культурах (модель реальной комбинированной трансмиссии жуком в здоровое дерево).

Результаты: есть грибы-симбионты, которые переносит сам жук, а также грибы, носителями которых служат личинки трансмиссивных стадий нематод; различные энтомохорные грибы способствуют росту популяции стволовых нематод, но их гостальная специфичность различна. Те грибы, в культурах которых наблюдается интенсивный рост популяции нематод могут, поддержать численность нематод лишь кратковременно, из-за полного потребления мицелия. Грибы, на которых стволовые нематоды размножаются медленно, способствуют длительному сохранению нематодной инфекции, поскольку мицелий продолжает рост при питании ограниченной популяции нематод. При совместной инокуляции в дерево патогенные грибы могут быть синергистами нематод (на лиственных деревьях) или антагонистами нематод (на хвойных).

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ проект № 25-24-00043 «Трехсторонний симбиоз в фитопатогенной ассоциации: «стволовая нематода–гриб–жук переносчик» – 2025–2026 гг. (<https://rscf.ru/project/25-24-00043/>).

MICROPHALLUS PSEUDOPYGMAEUS (DIGENEA) – ЕДИНЫЙ ВИД, ЗАРАЖАЮЩИЙ МОЛЛЮСКОВ ИЗ РАЗНЫХ ПОДКЛАССОВ

А.И. Соколова, К.В. Галактионов, А.Г. Гончар

Трематоды – это паразитические плоские черви, обладающие сложными жизненными циклами со сменой хозяев. Специфичность трематод к разным типам хозяев неодинакова. Считается, что специфичность трематод к первым промежуточным хозяевам узкая: один вид паразита заражает чаще всего несколько видов моллюсков в пределах одного рода. *Microphallus pseudopygmaeus* – вид трематод из семейства Microphallidae, относящийся к группе близкородственных видов «pygmaeus», использует в качестве первых промежуточных хозяев 17 видов гастропод из двух подклассов, Caenogastropoda и Vetigastropoda (Galaktionov et al., 2012). Поскольку такая широкая специфичность к первым промежуточным хозяевам не характерна для трематод, видовой статус *M. pseudopygmaeus* мог вызывать сомнения. Морфологические исследования изолятов из разных первых промежуточных хозяев указывали на то, что они принадлежат виду *M. pseudopygmaeus* (Галактионов, 1993). В пользу этого свидетельствовали и некоторые молекулярно-генетические данные (Galaktionov et al., 2004; Галактионов, 2009; Galaktionov et al., 2012), но они не были исчерпывающими.

Мы подтвердили, что *M. pseudopygmaeus* – единый вид, который заражает уникально широкий спектр моллюсков. В пользу этого говорят дистанции по относительно консервативным ядерным маркерам. Мы получили 11 последовательностей 28S рДНК (итоговая длина выравнивания 971 п.н.) и 13 последовательностей 5.8S–ITS2 (итоговая длина выравнивания 266 п.н.) для образцов *M. pseudopygmaeus* из разных хозяев (*L. saxatilis*, *L. obtusata*, *Lacuna vincta*, *O. aculeus*, *C. affinis*, *M. helicinus*, *M. groenlandicus*). Эти данные мы проанализировали вместе с доступными последовательностями видов группы «pygmaeus» и *M. similis* из GenBank.

Мы получили 64 последовательности варибельного маркера *cox1* для *M. pseudopygmaeus* из моллюсков *L. saxatilis*, *L. obtusata*, *L. sitkana*, *Lacuna vincta*, *O. aculeus*, *C. affinis*, *M. helicinus*, *M. groenlandicus*. Дополнительно мы получили 40 последовательностей видов группы «pygmaeus» и *M. similis*. Эти данные были использованы для филогенетического анализа и ASAP-анализа (фрагмент гена *cox1*, 801 п.н.).

Филогенетический анализ показал, что микрофаллиды группы «*rugmaeus*» образуют хорошо поддерживаемые клады, что согласуется с результатами анализа ASAP, выделившего семь генетических групп, соответствующих предполагаемым видам, что подтверждает гипотезу о единстве вида *M. pseudopygmaeus*.

Построенная на основе фрагмента гена *cox1* (800 п.н.) сеть гаплотипов показала, что образцы из литториниморфных моллюсков (Caenogastropoda) (за исключением изолятов из *C. affinis*) близки друг другу. При этом *M. pseudopygmaeus* из моллюсков *Margarites* sp. (Vetigastropoda) группируются отдельно и отличаются от доминантного гаплотипа на 6–10 замен. Такая обособленность свидетельствует о специализации паразита к филогенетически удаленным хозяевам. Она может поддерживаться за счет формирования локальных очагов трансмиссии в прибрежье северных морей, где литорины отсутствуют или малочисленны.

Наши данные подтверждают исключительно широкий круг гастропод-первых промежуточных хозяев *M. pseudopygmaeus*. Этот вид также демонстрирует генетическую дивергенцию, связанную с его ветигастроподными хозяевами *Margarites* spp., что делает его удобной моделью для изучения эволюции специфичности к хозяину и видообразования.

Работа поддержана грантом РФФ 23-14-00329; секвенирование выполнено в Научном парке СПбГУ (ресурсный центр «Развитие молекулярных и клеточных технологий»).

ТРАНСКРИПТОМНЫЕ МАРКЕРЫ ПОЗИЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ У ТРЕХ ВИДОВ АННЕЛИД

З.И. Старунова¹, С.Е. Платова², Л.О. Полюшкевич²,
В.В. Старунов¹, Е.Л. Новикова²

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Аннелиды представляют собой удобную модель для изучения механизмов постэмбрионального паттернирования, поддержания позиционной информации и регенерации. Их рост происходит за счёт добавления новых сегментов в зоне роста на заднем конце тела, а их регенерационные способности существенно различаются у разных

представителей. Сравнительный анализ пространственной экспрессии генов вдоль оси тела позволяет выявить молекулярные механизмы, обеспечивающие рост, сегментацию и регенерацию. Нами был проведён сравнительный транскриптомный анализ трёх видов аннелид с различным регенерационным потенциалом – *Pygospio elegans*, способного к передней и задней регенерации, *Platynereis dumerilii*, способного только к задней регенерации, и *Arenicola marina*, не обладающего способностью к регенерации. Взрослых червей разрезали на 12 последовательных фрагментов, соответствующих различным областям тела вдоль переднезадней оси. Из каждого фрагмента выделяли РНК и проводили секвенирование (RNA-seq – Illumina NovaSeq 6000). Последующий биоинформатический анализ позволил реконструировать пространственные профили экспрессии генов вдоль переднезадней оси тела. Анализ дифференциальной экспрессии показал, что распределение активности генов в целом соответствует анатомической организации тела. Вместе с тем у *P. elegans* и *P. dumerilii* обнаружены выраженные различия между ларвальными и постларвальными сегментами, которые не могут быть объяснены только анатомическими особенностями и, вероятно, отражают их различное онтогенетическое происхождение. Зона роста у этих видов характеризуется повышенной активностью генов Нох-кластера, *Wnt*, *caudal* и генов герминальной линии и мультипотентных стволовых клеток (GMP), что соответствует наличию активно делящихся клеток и формированию новых сегментов. У *A. marina* подобной молекулярной активности в заднем отделе тела не обнаружено, что согласуется с отсутствием у этого вида способности к полноценной регенерации и росту новых сегментов во взрослом возрасте. У *P. elegans* и *P. dumerilii* многие гены Нох, ParaНох и *Wnt* демонстрируют градиентную экспрессию вдоль оси тела, что позволяет рассматривать их как потенциальные носители позиционной информации.

Таким образом, наш сравнительный транскриптомный анализ показал, что поддержание позиционной информации и активность зоны роста связаны с экспрессией генов паттернирования. Напротив, у *A. marina* экспрессия этих генов ограничена отдельными сегментами и значительно ослаблена. Вероятно, это отражает высокую степень специализации туловищных отделов тела пескожила и может быть связано с утратой способности к образованию новых сегментов и регенерации. В совокупности полученные результаты создают сравнительную основу для понимания того, как консервативные

регуляторные системы используются в росте и регенерации аннелид, и позволяют выделить молекулярные факторы, участвующие в поддержании и восстановлении пространственной организации тела у кольчатых червей.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 21-14-00304 на оборудовании Центра коллективного пользования «Таксон» Зоологического института РАН (Санкт-Петербург, Россия).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВРОЖДЕННЫХ РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК В НАВИГАЦИИ МИГРИРУЮЩИХ ПТИЦ

**Г.А. Утвенко¹, П.А. Горват^{1,2}, А.А. Солопова²,
А.Ф. Пахомов³, Н.С. Чернецов^{4,5}**

¹ Биологическая станция «Рыбачий» ЗИН РАН, Калининградская область, Россия

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Университет Кила, Ньюкасл-андер-Лайм, Великобритания

⁴ Зоологический институт РАН, С.-Петербург, Россия

⁵ С.-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия

Ориентация и навигация мигрирующих птиц остаются одной из ключевых и наиболее дискуссионных проблем современной биологии. Особый интерес вызывает вопрос о том, каким образом впервые мигрирующие птицы достигают районов зимовки, не имея предшествующего миграционного опыта. Традиционно считается, что их поведение определяется врожденной пространственно-временной программой по типу «часы и компас», однако ряд экспериментальных данных допускает существование у молодых мигрантов врожденных реперных точек, в том числе магнитной природы, которые могут помогать им контролировать положение на трассе миграции и запускать смену направления движения или усиленное жиронакопление перед преодолением экологических барьеров.

Для проверки этой гипотезы у впервые мигрирующих болотных камышевок (*Acrocephalus palustris*) и серых мухоловок (*Muscicapa striata*) мы экспериментально проверили гипотезу о том, что горизонтальное магнитное поле, соответствующее условиям магнитного экватора, может служить врожденной реперной точкой, запускающей переориентацию миграционного курса. Выбор именно горизонталь-

ного поля обусловлен тем, что у птиц магнитный компас является инклинационным: они ориентируются по углу наклона линий магнитного поля. На магнитном экваторе этот угол равен 0° , то есть силовые линии располагаются параллельно поверхности Земли. В классических работах предполагалось, что прохождение через такую зону может переключать направление миграции с движения «к экватору» на движение «к полюсу». Однако в наших опытах после экспозиции в горизонтальном магнитном поле болотные камышевки и серые мухоловки не продемонстрировали ожидаемой переориентации: их средние направления после воздействия оставались близкими к исходным, то есть птицы продолжали ориентироваться в сторону магнитного экватора. Эти результаты не подтверждают представление о горизонтальном магнитном поле как об универсальной врожденной реперной точке у впервые мигрирующих птиц и указывают на то, что достижение районов зимовки у молодых трансэкваториальных мигрантов, по-видимому, не может быть объяснено с помощью такого простого триггерного механизма.

Во второй серии экспериментов мы независимо проверили классическую гипотезу о том, что магнитные условия перед крупным экологическим барьером могут служить врожденной реперной точкой и запускать у молодых мигрирующих птиц усиленное питание и накопление жира. В 2024 и 2025 гг. молодых обыкновенных соловьев (*Luscinia luscinia*) помещали внутрь системы колец Мерритта, где последовательно моделировали магнитные поля, соответствующие различным участкам их осеннего миграционного маршрута, включая северный Египет (район перед пересечением Сахары), где особенно важно накопление жировых запасов. Однако переход к этому магнитному полю не сопровождался ни резким усилением кормления, ни воспроизводимым ускорением набора массы. Таким образом, наши данные не подтверждают гипотезу о том, что магнитные параметры перед Сахарой выступают надежной врожденной реперной точкой, запускающей интенсивное жиროнакопление у впервые мигрирующих птиц.

В целом полученные нами результаты не подтверждают, что молодые мигранты используют врожденные магнитные реперные точки для контроля положения на трассе миграции или запуска ключевых поведенческих и физиологических реакций.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 24-14-00085 (<https://rscf.ru/project/24-14-00085/>).

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИНВАЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЦЕРКАРИЙ ТРЕМАТОД В БЕЛОМ МОРЕ

Д.Д. Федоров, К.В. Галактионов

Трематоды – плоские паразитические черви, для которых характерен сложный жизненный цикл со сменой нескольких хозяев. В жизненном цикле этих червей обычно имеется две свободноживущие личинки – мирацидий и церкария. Тем не менее, в северных морях у большинства видов трематод свободноплавающий мирацидий отсутствует, а заражение первого промежуточного хозяина – моллюска – происходит пассивно, при заглатывании им яиц, содержащих редуцированного мирацидия. Церкария, таким образом, остается единственной личинкой в жизненном цикле, которая осуществляет дисперсию во внешней среде. В ее задачи входит поиск и заражение второго промежуточного хозяина, и в это время она чувствительна к неблагоприятным факторам среды, как абиотических, так и биотических, включая хищничество со стороны планктоноядных животных. Проникнув в ткани хозяина, церкарии образуют вокруг себя защитную оболочку (цисту) и переходят на следующую стадию онтогенеза – метацеркарию. Поскольку инцистирование во втором промежуточном хозяине является завершающим этапом функционирования церкарий, именно его успех выступает мерой инвазионной способности этих личинок. Как и для других биологических процессов у эктотермных организмов, температура является ключевым фактором на всех этапах жизнедеятельности церкарии, включая ее инцистирование. Это побудило нас экспериментально оценить температурную зависимость инвазионной способности церкарий двух массовых видов трематод, реализующих свои жизненные циклы в Белом море: *Himasthla elongata* (Mehlis, 1831) Dietz, 1909 (сем. Himasthliidae) и *Renicola parvicaudatus* (Stunkard & Shaw, 1931) (сем. Renicolidae). Оба этих вида используют моллюска *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) в качестве первого промежуточного хозяина. Вторым промежуточным хозяином служит двустворчатый моллюск *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, а роль дефинитивных хозяев играют морские чайки *Larus* spp.

Мы провели две серии экспериментов в диапазоне температур от 8 до 28 °С (шаг 4 °С). В первой серии (*in vitro*) мы проверили температурную зависимость успеха инцистирования церкарий в гемолимфе мидий. Такой подход позволил оценить способность

личинок противостоять напрямую иммунным реакциям хозяина, минуя этап проникновения и миграции в его тканях. Во второй серии (*in vivo*) мы тестировали инвазионную способность церкарий по отношению к мидиям, непосредственно помещая их в емкости с моллюсками. После экспозиции в течение 24 ч мидий вскрывали и подсчитывали число обнаруженных в них метацеркарий. Все работы выполнены на Беломорской биологической станции ЗИН РАН «Картеш».

В экспериментах *in vitro* установлено, что температура значимо (GLM: $p < 0.0001$) увеличивает успех инцистирования церкарий *H. elongata*. Этот показатель был максимальным в диапазоне температур от 16 до 28 °С, и составлял около 80%. В то же время личинки *R. parvicaudatus* не образовывали цисту в гемолимфе мидий, ни при одном из исследованных температурных режимов. В экспериментах *in vivo* температура оказывала значимое (GAM: $p < 0,0001$) влияние на инвазионную способность церкарий обоих видов. У *H. elongata* успех заражения постепенно возрастал с повышением температуры вплоть до 28 °С. Для *R. parvicaudatus* наблюдалась иная закономерность: в диапазоне 16–24 °С показатель выходил на плато, а при дальнейшем повышении температуры снижался. Полученные данные позволяют предположить, что потепление климата, наиболее выраженное в высоких широтах, вероятно, не изменит или даже усилит инвазионный потенциал церкарий исследованных нами видов трематод в условия субарктического морского водоема.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 125012800903-5 и при поддержке гранта РФФИ № 23-14-00329.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ ПОЛИХЕТ В ТРЕХ ЗАЛИВАХ КОЛЬСКОГО П-ОВА (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

К.С. Хачетурова¹, В.С. Вязникова¹, Д.В. Захаров²

¹ Полярный филиал ВНИРО (ПИНРО им. Н.М. Книповича), г. Мурманск

² Зоологический институт РАН, г. Санкт-Петербург

В настоящее время донные сообщества Баренцева моря находятся под влиянием множества факторов, меняющих их структуру, среди них потепление, появление хищных интродуцентов, пресс аборигенных видов и, конечно же, хозяйственная деятельность человека. Особый ин-

терес представляют донные сообщества губ и заливов, частично изолированные от основной акватории моря и имеющие в связи с этим, свои уникальные условия и локальные факторы. Одним из наиболее массовых и обильным компонентом морских донных сообществ являются многощетинковые черви; их видовое богатство, количественные показатели и общее состояние поселений являются хорошими индикаторами состояния среды. Несмотря на то, что комплексные исследования зообентосных сообществ губ и заливов Кольского полуострова проводились регулярно, среди них совсем немного работ, в которых проводился мониторинг на одних и тех же станциях и по единой методике, что делает данное исследование актуальным в изучении динамики зообентосных сообществ под действием различных факторов. Исследования производились в российской части Варангер-фьорда (2003 и 2019 гг.), в Кольском заливе (1934–1935 и 2020–2024 гг.) и в Териберской губе (2008 и 2019 гг.).

В Варангер-фьорде выявлено увеличение постанционной видовой плотности и количественных характеристик тепловодных видов многощетинковых червей, отмечено уменьшение числа арктических видов. На исследуемых станциях к 2019 г. вновь появился массовый вид *Spiochaetopterus typicus*, что может указывать на снижение пресса со стороны камчатского краба. Полученные индексы биоразнообразия и экологического благополучия свидетельствуют об отсутствии негативных изменений в поселениях многощетинковых червей Варангер-фьорда за исследованный период.

В Кольском заливе поселения многощетинковых червей за исследованный период претерпели значительные изменения. Это выражается в значительном увеличении всех количественных показателей, а также в перестройке таксономической, биогеографической и трофической структур. Выявленные изменения являются следствием воздействия совокупности факторов, таких как потепление придонного слоя воды и возрастание антропогенной нагрузки. В современных поселениях полихет возросла доля бореальных видов, а также увеличилась распространенность (встречаемость на станциях) большинства видов многощетинковых червей. Это указывает на бореализацию донной фауны Кольского залива в целом. Исчезновение таких видов, как *Maldane sarsi*, указывает на то, что основу фауны образуют устойчивые к загрязнению полихеты, что в свою очередь говорит о том, что экосистема Кольского залива адаптируется к меняющимся условиям.

В Териберской губе отмечено уменьшение крупных представителей класса, большая часть доминантных видов не изменилась, количественные характеристики варьируют незначительно в рамках всего макрозообентоса исследованного района. Теплые атлантические воды не оказали столь сильного трансформирующего эффекта на биогеографический состав полихет в Териберской губе, какой был отмечен нами в Варангер-фьорде и Кольском заливе, что в первую очередь связано более восточным расположением и ослаблением влияния этих течений. Присутствие камчатского краба, по-видимому, сказалось на среднем размере и привело к практическому исчезновению крупных особей многощетинковых червей. Количественные показатели полихет уменьшились, однако данные о всех группах макрозообентоса показывают достаточно стабильное состояние донного сообщества Териберской губы в целом.

Публикация подготовлена в рамках Госзадания ФГБНУ «ВНИРО» № 076-00004-23-00 и ЗИН РАН № 125012800918-9.

ПАЗИТЫ РЫБ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Й.Т. Хоэг¹, А.О. Смуров², И.С. Плотников², Н.В. Аладин²

¹ *Копенгагенский университет, Копенгаген, Дания*

² *Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия*

Аборигенная фауна рыб Аральского моря насчитывала 20 видов рыб из которых 12 видов относились к карповым и имела явно пресноводный характер. В период с 1930 по 1960 гг. в море были вселены еще 15 видов. Не все они прижились. Последним видом, которого интродуцировали в 1980-х гг., была азовская камбала глосса.

Большинство паразитов Аральского моря были палеарктическими (32.7%), понто-арало-каспийскими (или средиземноморскими) (22.1%) или имели неясное происхождение (29.6%). Остальные виды были туркестанскими (5.8%), сино-индийскими (2.2%) и морскими (0.4%). Значительное число (7.1%) представляли собой паразиты, завезенные вместе с чужеродными видами рыб из других бассейнов. По сравнению с другими регионами Понто-Арало-Каспийской области, в Аральском регионе было меньше видов паразитов такого происхождения. В Аральском море не было эндемичных видов рыб, не были обнаружены и эндемичные паразиты. Фауна паразитов рыб Аральского моря может

рассматриваться как обедненная фауна паразитов Каспийского региона, с добавлением некоторых центральноазиатских элементов.

Все аборигенные паразиты аральских рыб имеют пресноводное происхождение. В зависимости от солености, при которой они способны заражать хозяев и развиваться в них, они подразделяются на 3 группы. 1) Чисто пресноводные реофильные виды паразитов, которыми рыбы заражаются при заходе в реки. 2) Пресноводные лимнофильные виды, заражение которыми происходит в сильно опресненных районах. 3) Лимнофильные виды, заражающие хозяев как в пресной, так и в морской воде.

С 1960 г. началось увеличение солености Арала и уменьшение площади его водного зеркала и объема. Изменение солености негативно повлияло как на окончательных, так и промежуточных хозяев. Регрессия Арала также напрямую влияла на паразитов, так как большинство из них имели пресноводное происхождение, главным образом, это касалось паразитов, имеющих свободноживущие личиночные стадии. На таких эктопаразитов, как моногенеи, соленость воздействовала непосредственно. Исчезновение почти всей аборигенной фауны рыб привело к тому, что в водоеме стали преобладать интродуцированные виды рыб. Соответственно в паразитофауне стали доминировать неспецифические паразиты, способные выдержать осолонение моря.

В конце 1980-х гг. единое прежде море разделилось на два водоема: Большой и Малый Арал. Судьба этих водоемов была различной. Большое Аральское море стало быстро осолоняться, что привело к исчезновению в течение 15 лет всех рыб, и, соответственно, их паразитов. Малое Аральское море было спасено постройкой сначала временных дамб в проливе Берга, ограничивших сток воды из Малого Арала в Большой Арал, а затем в 2005 г. и постоянной дамбы. Это позволило обратить вспять повышение солености воды.

Восстановление уровня и снижение солености Малого Арала привело к появлению в нем пресноводных рыб. Фауна их паразитов стала восстанавливаться не сразу. В 2010 г. исследовали только моногеней. Последующее исследование, проведенное в 2020–2021 гг. охватывало уже фауну не только моногеней, но и нематод, трематод, цестод и паразитических ракообразных. В настоящее время процесс восстановления фауны паразитов рыб продолжается.

Настоящая работа выполнена в рамках темы 125012800888-5.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЛАКСАНТОВ НА СМЕРТНОСТЬ *PYGOSPIO ELEGANS* ПРИ ХИРУРГИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯЦИЯХ

А.И. Чава¹, К.В. Шунькина¹, А.М. Козлова², А.А. Костыгина²,
А.М. Слипоморый², Г.А. Бармасова¹, В.В. Старунов¹,
Е.Л. Новикова², З.И. Старунова¹

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Использование анестетиков и релаксантов необходимо для проведения хирургических манипуляций в экспериментах по регенерации у беспозвоночных, однако реакции животных на такие вещества часто оказываются видоспецифичными, а их влияние на выживаемость после операций изучено недостаточно. Это особенно важно для аннелид, широко используемых в исследованиях регенерации. Целью данной работы стала оценка влияния различных анестетиков и релаксантов на смертность полихеты *Pygospio elegans*.

Были протестированы три вещества: раствор хлорида магния (7.5% $MgCl_2$), масло орегано и 1-фенокси-2-пропанол. Червей экспонировали в растворах веществ в течение 10 или 30 минут, после чего разрезали пополам. Полученные фрагменты помещали в индивидуальные чашки Петри с морской водой и содержали при температуре 18 °С. Наблюдения проводили в течение семи суток, ежедневно фиксируя смертность. Для интерпретации результатов использовали следующие контрольные группы: интактные черви без воздействия, черви после экспозиции в анестетике без операции и черви, разрезанные без предварительной анестезии. Такой дизайн позволил отдельно оценить влияние химических веществ, хирургического вмешательства и их сочетания. Кумулятивную смертность на 7-е сутки анализировали с использованием PERMANOVA. Для анализа ежедневной смертности применяли обобщённые аддитивные модели (GAM) с отрицательным биномиальным распределением.

Основным фактором, определяющим уровень смертности в контролях без воздействия веществ, является хирургическое вмешательство: разрезанные черви погибали значительно чаще, чем интактные особи (PERMANOVA, $F = 7.71$, $p = 0.009$). При этом различий в выживаемости между передними и задними фрагментами тела выявлено не было ($p = 0.875$). В экспериментах с $MgCl_2$ статус рас-

сечения оставался значимым фактором ($F = 6.02$, $p = 0.023$), тогда как длительность экспозиции не оказывала статистически значимого влияния. Аналогичная картина наблюдалась при использовании масла орегано: смертность зависела от факта рассечения ($F = 6.04$, $p = 0.023$), но не от времени экспозиции. В экспериментах с 1-фенокси-2-пропанолом статистически значимых эффектов ни для времени экспозиции, ни для статуса рассечения выявлено не было.

Анализ ежедневной смертности (GAM) показал значимое влияние типа вещества и статуса рассечения. Разрезанные особи погибали значительно чаще, чем целые ($\chi^2 = 11.51$, $p < 0.001$). Черви, обработанные 1-фенокси-2-пропанолом, демонстрировали более низкую смертность по сравнению с $MgCl_2$ ($\chi^2 = 5.97$, $p = 0.015$) и маслом орегано ($\chi^2 = 4.67$, $p = 0.031$). Влияние времени экспозиции оставалось статистически незначимым. Анализ временной динамики показал, что на ранних этапах эксперимента основной вклад в смертность вносили механические стрессовые факторы, тогда как на более поздних этапах начинали проявляться различия между веществами.

Результаты показывают, что тип анестетика может существенно влиять на выживаемость *P. elegans*. Среди протестированных веществ 1-фенокси-2-пропанол демонстрирует наиболее благоприятный эффект и может рассматриваться как перспективный агент для экспериментов по регенерации.

КРИПТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИНФУЗОРИЙ ИЗ ДРЕВНЕЙ СИБИРСКОЙ МЕРЗЛОТЫ

**А.В. Шатилович^{1,2}, Е.С. Кривина³, С.В. Быкова⁴,
М.М. Трибун¹, В.А. Полежаева¹**

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино

³ Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина РАН, Пушкино

⁴ Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти

Одноклеточные протисты, способные сохранять жизнеспособность в многолетнемёрзлых отложениях северной Якутии на протяжении десятков тысяч лет, представляют собой уникальную модель для изучения механизмов криптобиоза, формирования генетического разнообразия и эволюции микрофауны древних экосистем. В хо-

де исследования сообществ палеобиоты мерзлоты, проведён сравнительный анализ филогенетического положения современных и ископаемых инфузорий рода *Paracolpoda* (Ciliophora, Colpodidae). Представители этого рода – преимущественно почвенные и пресноводные инфузории, имеющие всеветное распространение, которое обусловлено значительной экологической пластичностью и способностью к криптобиозу (образованию цист покоя). В настоящее время род *Paracolpoda* рассматривается как монотипический и представлен единственным видом – *Paracolpoda steinii* Maupas, 1883.

В исследовании использована коллекция штаммов *P. steinii*, выделенных из современных почв и разновозрастных многолетнемерзлых отложений севера Якутии. Длительность криптобиоза древних инфузорий соответствует возрасту мёрзлых пород и, согласно данным радиоуглеродного анализа, составляет от нескольких тысяч лет в верхних горизонтах отложений до приблизительно 45 тыс. лет на глубине около 40 м. Для оценки внутри- и межвидовой изменчивости получены и проанализированы нуклеотидные последовательности внутреннего транскрибируемого спейсера ITS2, генов 18S и 5.8S рРНК. Проведен анализ вторичных структур ITS2, выявлены компенсаторные замены (СВС).

Морфометрические исследования штаммов *P. steinii* с использованием многофакторного дисперсионного анализа (PERMANOVA) и анализа главных компонент (PCA) показали, что вследствие высокой фенотипической пластичности представителей рода морфометрические различия не отражают филогенетические связи между штаммами и не могут служить надёжным критерием их разграничения на фенотипическом уровне.

Филогенетический анализ на основе генов 18S rRNA, 5.8S рРНК и региона ITS показал, что род *Paracolpoda* стабильно формирует независимый кластер с высокими значениями статистической поддержки. В то же время анализ топологии деревьев и сравнение генетических дистанций лишь частично позволяют охарактеризовать криптическое разнообразие представителей рода, тогда как значительная часть эволюционных взаимоотношений между потенциальными криптовидами остаётся неразрешённой. Для применения СВС-подхода были смоделированы вторичные структуры ITS2 для всех исследованных штаммов *P. steinii*. Сравнительный анализ выявил наличие компенсаторных замен в консервативных участках ITS2, которые могут приводить к репродуктивной изоляции и генетической диффе-

ренциации видов. Филогенетический и СВС-анализ позволили разделить исследованные штаммы на три группы, характеризующиеся общими нуклеотидными заменами и генеративной изоляцией.

Показано, что вид *P. steinii*, ранее рассматривавшийся как единственный представитель рода, представляет собой криптический видовой комплекс, включающий как минимум три генеративно изолированных криптовида. Использование критерия СВС выявило значительное внутривидовое разнообразие и позволило предложить гипотетическую последовательность эволюционных событий, приведших к дивергенции выявленных криптовидов.

РЕЛАКСАЦИЯ И АНЕСТЕЗИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ: ДАННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ С АННЕЛИДАМИ *PYGOSPIO ELEGANS* И *PLATYNEREIS DUMERILII*

**К.В. Шунькина¹, А.И. Чава¹, А.М. Козлова², А.А. Костыгина²,
А.М. Слипomorый², Г.А. Бармасова¹, В.В. Старунов¹,
Е.Л. Новикова², З.И. Старунова¹**

¹ Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Релаксация и анестезия – важные этапы проведения прижизненных экспериментальных работ с беспозвоночными. Релаксация вызывает снижение мышечной активности, позволяя временно (и обратимо) обездвижить животное для проведения манипуляций. Анестезия – более глубокое подавление нервных и мышечных реакций, при котором животное не только расслабляется, но и теряет чувствительность. Разные виды беспозвоночных реагируют на разные типы релаксантов очень видоспецифично, поэтому важно перед началом экспериментальных работ подобрать именно то вещество, действие которого не будет вредным или летальным для организма.

В экспериментальной работе были использованы два вида аннелид: *Pygospio elegans* и *Platynereis dumerilii*. Мы протестировали 10 доступных и экономически оправданных релаксантов, традиционно применяемых для широкого круга животных: растворы хлорида (MgCl₂) и сульфата магния (MgSO₄), 1-фенокси-2-пропанол, масло орегано и его компонент карвакрол, гвоздичное масло и его компонент эвгенол, ментол, этанол и лидокаин. Изначальные концентрации подбирались

по литературным данным, затем экспериментально были адаптированы для исследуемых видов; максимальное время экспозиции в релаксанте составляло 30 минут.

Экспериментальная схема включала экспозицию 3–5 особей в растворах различной концентрации с трехкратным повторением опытов, регистрацию динамики расслабления и восстановления, а также 7-дневное наблюдение за выживаемостью после экспозиции. Состояния релаксации классифицировали от отсутствия эффекта до полной иммобилизации; восстановление оценивали по этапам возвращения двигательной активности и нормального состояния животного. В качестве побочных реакций учитывали вздутие сегментов, выделение слизи, помутнение покровов, появление перетяжек перед фрагментацией, фрагментацию, выворачивание глотки и гибель.

Наиболее эффективными и безвредными релаксантами для *P. elegans* оказались MgCl₂, 1-фенокси-2-пропанол и масло орегано; для *P. dumerilii* – 1-фенокси-2-пропанол, гвоздичное масло и ментол.

На основании проведенных экспериментов можно говорить о том, что даже относительно близкие по размеру и таксономическому положению виды демонстрируют выраженную специфичность реакций на релаксанты и анестетики. То есть, невозможно напрямую экстраполировать литературные данные о применении того или иного вещества и для выбранного объекта исследования нужно предварительно проводить экспериментальный подбор растворов с оценкой выживаемости.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Т.Б. Бариев.</i> Группа видов <i>Thanatus formicinus</i> (Aranei, Philodromidae) в Средней Азии и Казахстане	3
<i>Н.А. Березна, П.М. Терентьев, Е. Зубова, С.М. Цуриков.</i> Трофические взаимоотношения сиговых и окуневых рыб в субарктическом озере Имандра	4
<i>К.В. Галактионов, А.И. Соловьева.</i> Как выйти в море? Способ трематод семейства Rencolidae.	5
<i>В.Д. Ганкевич, Ф.Е. Четвериков.</i> Сравнительная митогеномика <i>Egiorhyoidea</i> (Acariformes): молекулярная апоморфия и базальное положение рода <i>Loboquintus</i>	7
<i>С.М. Голубков, Д.А. Дмитриев, М.С. Голубков.</i> Маленькие организмы, большая функция: долгосрочные изменения роли двустворчатых моллюсков в самоочищении Невской губы	9
<i>М.С. Голубков.</i> Эвтрофирование эстуария реки Невы после сокращения фосфорной нагрузки: что показывают данные 2003–2023 гг.	10
<i>В.И. Гонтарь.</i> Пути развития и формирования фауны мшанок в южных континентальных морях Российской Федерации.	12
<i>С.Д. Гребельный, Н.Ю. Иванова, Т.Н. Молодцова, Е.А. Нефедова, С.В. Рожнов, О.В. Савинкин, Д. Хоанг-Тху, К. До-Хуу.</i> О таксономических признаках коралловых полипов и о положении недавно описанного ископаемого ордовикского коралла <i>Lindaphylon Rozhnov, 2024</i> (Anthozoa: Lindaphylonaceae: Lindaphylonidae).	14
<i>Н.В. Денисенко, О.Л. Зимина, С.Г. Денисенко.</i> Новые сведения о фауне мшанок в районе Шпицбергена (Полярный бассейн)	15
<i>П.А. Джелали, А.А. Намятова.</i> Динамика климатических ниш широкоареальных видов <i>Agnocoris</i> в Палеарктике (Insecta: Heteroptera: Miridae)	17
<i>И.В. Доронин, М.А. Доронина, К.Д. Мильто, К.Ю. Лотиев, С.А. Лукощина, Л.Ф. Мазанаева.</i> Филогеография и систематика прыткой ящерицы, <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 (Lacertidae, Sauria)	19
<i>М.М. Ерохина, А.В. Бушуев, Е.В. Платонова, В.М. Хайтов, А.А. Давыдов, А.Л. Мухин.</i> Влияние малярии на физиологическое состояние домашних воробьев (<i>Passer domesticus</i>)	20
<i>З.В. Жидков, Н.С. Мюге, Н.В. Анненкова, В.Г. Сиделева.</i> Эндемичные виды рода <i>Neocottus</i> (Cottoidei), ассоциированные с уникальными местообитаниями в оз. Байкал.	22
<i>А.Г. Кирейчук.</i> О филогенетических гипотезах для группы семейств, близких к Nitidulidae (Coleoptera: Cucujiformia), и множественные параллелизмы	23
<i>Е.В. Козминский.</i> Влияние глобального потепления на скорость роста и сроки полового созревания беломорских литторин	25
<i>Г.А. Кремнев, А.Г. Гончар, Д.Ю. Крупенко.</i> Двойная гостальная радиация как драйвер эволюции трематод из семейства Brachycladiidae, паразитов морских млекопитающих.	27
<i>П.Я. Лаврентьев, Н.В. Усов, П.А. Лезин, В.В. Халаман.</i> Экологическая характеристика потенциально токсичных динофлагеллят рода <i>Dinophysis</i> (Ehrenberg) в Белом море	28
<i>А.Д. Лянгузова, Н.А. Арбузова, А.А. Мирюлюбов.</i> Функциональная морфология корнеголовых ракообразных (Thecostraca: Rhizocephala)	29

П.А. Манойлина, А.Ю. Комендантов, В.В. Халаман. От присутствия к влиянию: роль <i>Halichondria panicea</i> (Porifera: Demospongiae) в формировании сообществ обрастания в Белом море.	31
А.А. Намятова, Ф.В. Константинов. Филогения, систематика и происхождение представителей подсемейства клопов-слепняков Bryoscorinae (Insecta: Heteroptera: Miridae)	32
Э.П. Нарчук, А.Г. Мосейко, Т.А. Сулейманова, Е.П. Тихонова. К истории Зоологического института РАН: ЗИН – Кафедра энтомологии МГУ. 100-летние связи	34
Е.А. Нефедова, В.Р. Хабибулина. Вариативность постларвального развития известковых губок рода <i>Susop</i> и ее значение для таксономии	35
К.Е. Николаев, К.В. Галактионов, Д.А. Аристов, А.А. Виноградова. Исследования трематод в юго-восточной части Баренцева моря (Печорское море)	37
М.Е. Прилуцкий, А.И. Кудрявкина, Т.С. Мирюлюбова, Г.Г. Паскерова. Сравнительное исследование прикрепительных аппаратов у паразитических протист на примере споровиков и динофлагеллят.	39
О.И. Райкова. Иммуногистохимическое исследование нервной системы прямокишечных плоских червей из группы <i>Limnotyphloplanida</i>	40
А.Ю. Рысс, А.О. Селюк, К.С. Полянина, И.А. Керчев. Трехсторонний симбиоз нематоды–грибы–короеды в болезнях деревьев	41
А.И. Соколова, К.В. Галактионов, А.Г. Гончар. <i>Microphallus pseudorugtaeus</i> (Digenea) – единый вид, заражающий моллюсков из разных подклассов	43
З.И. Старунова, С.Е. Платова, Л.О. Полюшкевич, В.В. Старунов, Е.Л. Новикова. Транскриптомные маркеры позиционной информации у трех видов аннелид	44
Г.А. Утвенко, П.А. Горват, А.А. Солопова, А.Ф. Пахомов, Н.С. Чернецов. Экспериментальная проверка гипотезы об использовании врожденных реперных точек в навигации мигрирующих птиц.	46
Д.Д. Федоров, К.В. Галактионов. Температурная зависимость инвазионной способности церкарий трематод в Белом море	48
К.С. Хачатурова, В.С. Вязникова, Д.В. Захаров. Мониторинговые исследования поселений полихет в трех заливах Кольского п-ова (Баренцево море)	49
Й.Т. Хозг, А.О. Смуров, И.С. Плотников, Н.В. Аладин. Паразиты рыб Аральского моря	51
А.И. Чава, К.В. Шунькина, А.М. Козлова, А.А. Костыгина, А.М. Слипкоморый, Г.А. Бармасова, В.В. Старунов, Е.Л. Новикова, З.И. Старунова. Экспериментальная оценка влияния релаксантов на смертность <i>Pugospio elegans</i> при хирургических манипуляциях.	53
А.В. Шатлинович, Е.С. Кривина, С.В. Быкова, М.М. Трибун, В.А. Полежаева. Криптическое разнообразие инфузорий из древней сибирской мерзлоты.	54
К.В. Шунькина, А.И. Чава, А.М. Козлова, А.А. Костыгина, А.М. Слипкоморый, Г.А. Бармасова, В.В. Старунов, Е.Л. Новикова, З.И. Старунова. Релаксация и анестезия беспозвоночных: данные экспериментальных работ с аннелидами <i>Pugospio elegans</i> и <i>Platynereis dumerilii</i>	56

Составитель *В.В. Старунов*
Редактор *В.В. Старунов*
Компьютерная верстка *Т.В. Дольник*

Подписано в печать 2.04.26. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$.
Объем 3.05 п. л. Тираж 100 экз.
