

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

«Биоразнообразие природных систем.  
Биологические ресурсы России: оценка состояния  
и фундаментальные основы мониторинга»

ОТЧЁТНАЯ  
НАУЧНАЯ СЕССИЯ  
ПО ИТОГАМ РАБОТ 2015 г.

*ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ*

*12–14 апреля 2016 г.*

Санкт-Петербург  
2016



**РЕВИЗИЯ СИСТЕМАТИКИ, НОМЕНКЛАТУРЫ И  
РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАСТОЯЩИХ ЛЕММИНГОВ В  
ВОСТОЧНОМ СЕКТОРЕ ПАЛЕАРКТИКИ НА ОСНОВЕ  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МУЗЕЙНЫХ ЭКЗЕМПЛЯРОВ**

**Н.И. Абрамсон, Т.В. Петрова**

Таксономическая структура рода настоящих леммингов (*Lemmus* Link, 1795), несмотря на большое количество разнообразных данных, остается весьма запутанной. Единственный факт, не вызывающий сомнения, это – деление рода на 2 ветви: евразийскую и североамериканскую с границей, проходящей по р. Колыма. В состав североамериканской ветви входит один вид – *L. trimucronatus*, а вот таксономическая структура евразийской ветви неоднозначна. Традиционно в ее составе рассматривают 3–4 аллопатрических вида, различающихся окраской меха и размерами. Наименее изученный среди них, амурский лемминг (*L. amurensis*), был описан Б.С. Виноградовым в 1924 г. по единственному экземпляру, добытому около пристани Пикан на р. Зее в Амурской области. Десятилетием позже им же, также по одному экземпляру, добытому в Верхоянском крае, примерно 1500 км к северу от первой точки, описан подвид *L. a. ognevi*.

В последующие годы единичные находки амурских леммингов поступали в ЗММУ из Забайкальского края, из Читинской области (сборы конца 30-х годов прошлого века); в 1970 г. около десятка экземпляров было поймано прямо в типовой местности у пристани Пикан, однако вскоре эта территория оказалась затоплена Зейским водохранилищем (1974). В конце 70–80-е была обнаружена устойчивая популяция амурских леммингов около п. Чульман в Южной Якутии, что примерно в 500 км к северу от *terra turica*. В дальнейшем к амурским леммингам стали относить всех мелких леммингов, пойманных в верховьях Колымы, в Магаданской области, уже в 2000 км к северу от типовой местности, а также и леммингов с Камчатки (Чернявский и др., 1993; Carleton, Musser, 2005). Основанием для такого решения служил единственный критерий – мелкие размеры.

Таким образом сложилось представление о довольно широком ареале амурского лемминга на северо-востоке Азии, которое и вошло во все крупнейшие последние сводки. В то же время ни в одной работе по кариологии, гибридизации и молекулярному анализу не использовали животных из *terra turica* амурского лемминга, и идентичность всех указанных форм и голотипа нуждалась в подтверждении. Мы проанализировали фрагменты *цит б* (350 пп) от музейных экземпляров: голотипа

*L. amurensis* (№ 13722), голотипа *L. a. ognevi*, лектотипа и паралектотипов *L. flavescens*, Камчатка, (№ с. 90, 91, предположительно Усть-Большерецк и 7-1913, Усть-Камчатск), от экземпляра из окрестностей п. Чульман, коллекция ЗИН РАН, серии экземпляров, идентифицированных как амурские лемминги в коллекции ЗММУ: окр. г. Зеи (6 экз.), Читинской области (1 экз.), Хабаровского края (3 экз.), Магаданской обл. (2 экз.), южной Якутии (с. Нагорно, 1 экз.), Корякское нагорье (1 экз.).

Результаты анализа показали: 1) к амурскому леммингу можно отнести лишь леммингов из южной Якутии и Забайкалья. Вместе с голотипом они образуют хорошо поддержанную кладу, сестринскую всем остальным формам сибирского лемминга; 2) типовой экземпляр *L. a. ognevi* относится не к амурскому леммингу, а к восточной филогруппе *L. sibiricus*, в которую также попадают и все лемминги из Хабаровского края и юга Магаданской области из коллекции ЗММУ; 3) и самое неожиданное: лектотип и паралектотип *L. flavescens* (90 и 91) с западного побережья Камчатки по результатам молекулярного анализа относятся к *L. trimucronatus* так же, как и экземпляр из Корякского нагорья, тогда как паралектотип из Усть-Камчатска (7–1913) и лемминги из Кроноцкого заповедника (Восточное побережье) – к восточной кладе *L. sibiricus*.

Предположение об идентичности леммингов с Камчатки и южной Якутии и, собственно, амурского лемминга, (Чернявский и др., 1993; Carleton, Musser, 2005) оказалось неверно, и лемминги Камчатки никак не могут рассматриваться в качестве подвида амурского; более того, *L. flavescens* – синоним *L. trimucronatus*.

Таким образом, молекулярные исследования музейных экземпляров позволили обнаружить еще один вид в фауне грызунов Камчатки и существенным образом изменили изложенные в последних сводках представления о составе, распространении и номенклатуре не только амурских леммингов, но и других форм рода на северо-востоке Сибири. Полученные данные дают основания для ревизии таксономической структуры палеарктической ветви настоящих леммингов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-04-04602.

## ЧТО НУЖНО СДЕЛАТЬ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

**Н.В. Аладин, В.И. Гонтарь, Л.В. Жакова,  
И.С. Плотников, А.О. Смуров**

В 1987 г. Арал разделился на два водоема – «Малое» Аральское море на севере и «Большое» Аральское море на юге. В один впадает Сырдарья, а в другой – Амударья. Образовался канал, соединяющий два озера, что позволяет воде стекать из первого во второе. В 1992 г. по нашему предложению местные власти построили земляную плотину, чтобы блокировать отток воды для повышения уровня Малого моря и снижения солености, а также улучшить экологические условия и условия для рыболовства. Это импровизированное сооружение несколько раз разрушалось, и его ремонтировали. В апреле 1999 г., после подъема уровня Малого Арала выше 43 м (т.е. выше гребня плотины), плотина во время шторма была прорвана и полностью разрушена.

В дальнейшем Всемирный банк и правительство Казахстана профинансировали строительство надежной 13-километровой земляной дамбы с бетонным водопропускным сооружением, контролирующим сток из Малого моря в Большое. Строительство новой дамбы было завершено в августе 2005 г., и к марту следующего года уровень Малого Арала поднялся, стабилизировавшись на отметке 42 м над ур. м. Высыхание Аральского моря привело к серьезным негативным последствиям для биоразнообразия и биоресурсов этого гигантского озера. Промышленное рыболовство прекратилось в начале 1980-х гг. В 1970-х гг. в Арал была вселена толерантная к солености черноморская камбала (*Platichthys flesus luscus*). Она «процвела» в Малом Арале и давала значительные некоммерческие уловы, а из Большого Арала исчезла с ростом его солености. Проект по стабилизации уровня возродил рыболовство на Малом Арале при снижении средней солености ниже 10 г/л, какой она была в начале 1960-х гг. Это сделало возможным возвращение и коммерчески ценных аборигенных видов, таких как судак (*Lucioperca lucioperca*) и сазан (*Cyprinus carpio*), а также нескольких других. К сентябрю 2009 г. Аральское море сократилось до небольшого остатка от того, что было в 1960 г., и разделилось на четыре части. Дамба и плотина, построенные для регулирования стока из Малого Арала в Большой Арал, подняли и стабилизировали уровень первого, что значительно улучшило экологические условия и способствовало восстановлению рыболовства.

Большому морю на юге не столь повезло. Уровень более глубокого Западного бассейна упал на 26 м, и соленость там превышает 100 г/л, а в таких условиях рыбы не смогли там выжить. Восточный бассейн тоже пережил подобное падение уровня и стал мелководным водоемом с соленостью, возможно, выше 150 г/л. Казалось, что в течение лета 2010 г. он должен был полностью высохнуть, однако в 2010 г. значительный сток Амударьи вновь наполнил и восстановил этот бассейн, который с этого времени то уменьшался, то увеличивался в сезонном ритме, связанном с годовой динамикой речного стока в сочетании с многолетними циклами чередования влажных и сухих годов.

Каким может оказаться будущее Аральского моря? Утверждение, что озеро полностью высохнет в XXI веке, является ложным. Даже если сток рек Амударьи и Сырдарьи сократится до нуля (а такой сценарий очень маловероятен), то сохранится остаточное поступление дренажных вод с орошаемых земель, грунтовых, талых и дождевых вод. Это будет поддерживать, по меньшей мере, два больших озера: западную часть Малого Аральского моря на севере и западный бассейн Большого моря на юге. На гипергалинном Большом Арале рыб нет, но в 1998 г. там появился рачок *Artemia parthenogenetica*, и почти сразу началась экспериментальная заготовка его яиц (цист). В последние годы на узбекской акватории Большого моря начата промышленная добыча этих цист, благодаря инвестициям из Китайской Народной Республики.

Глобальный экономический кризис и политические и экономические санкции, косвенно коснувшиеся Казахстана и Узбекистана, затрудняют реализацию ранее созданных программ по сохранению биоразнообразия и биологических ресурсов Аральского моря. Что же можно все-таки сделать в этих трудных новых условиях? Мы предлагаем повысить существующую дамбу на 1 или 2 м, что позволит сохранить биоразнообразие и биоресурсы Малого (Северного) Арала. Согласно оценке наших коллег из Аральского отделения КазНИИРХ, после такого небольшого повышения уловы рыбы могут увеличиться на 20–25%. В дальнейшем, если позволят средства, то, кроме повышения имеющейся дамбы, можно построить и вторую в районе Трёхгорки. В этом случае появится практически пресноводный водоём у г. Аральска. Многие виды чисто пресноводного происхождения получают новый биотоп, напоминающий бывшие сильно опреснённые акватории около дельты Сырдарьи, которые исчезли ещё в самом начале 1970-х гг., а уловы чисто пресноводных рыб возрастут.

В заключение следует отметить возможность постройки земляной дамбы к югу от Куланды. Это простейшее гидротехническое сооруже-

ние позволит соединить отчленившийся залив Тшебас и так называемое Новое Центральное Аральское море или, как его ещё называют, Море Кердери. Этот водоем будет способствовать сохранению биоразнообразия более солелюбивых видов и иметь рыбохозяйственное значение.

### **НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ОСМОРЕГУЛЯТОРНЫХ СПОСОБНОСТЯХ И СОЛЁНОСТНЫХ АДАПТАЦИЯХ РАКУШКОВЫХ И ЖАБРОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ**

**Н.В. Аладин<sup>1</sup>, Д. Кайзер<sup>2</sup>, И.С. Плотников<sup>1</sup>, А.О. Смуров<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия;*

*<sup>2</sup>Гамбургский университет, Германия*

Недавние исследования на солёных озерах мира, таких как Арал, Балхаш, Каспий, Чаны, Иссык-Куль, Чатыр-Куль, Урмия, Чилика, Чапала, Маракайбо, Большое Солёное озеро и на некоторых других, позволили получить для ракушковых и жаброногих ракообразных новые сведения о толерантных и резистентных соленостных диапазонах. Появились и новые сведения о процессе линьки у ракушковых и жаброногих ракообразных. Кроме этого, накопилось достаточно свежих данных об осмотических процессах, связанных с вылуплением этих ракообразных из яиц (как латентных, так и субитанных).

Как известно, у ракушковых и ракообразных может встречаться чередование партеногенетических и обоеполых поколений, и, соответственно, различаются два выше упомянутые типа яиц: «летние» или субитанные, развивающиеся без оплодотворения (амиктические), и «зимние» или латентные, нуждающиеся в оплодотворении (миктические). Следует отметить, что покоящиеся яйца отличаются от «летних» яиц более крупными размерами и снабжены более плотными оболочками. Они развиваются замедленно, и из них выходят партеногенетические самки. «Летние» яйца мельче, и по этой причине содержат меньше желтка. Они имеют только одно деление созревания и поэтому остаются диплоидными. Несмотря на все выше перечисленные различия, как показали недавние исследования, процесс вылупления как из латентных, так и из субитанных яиц обеспечивается осмотическими процессами.

Этих же осмотические процессы сопровождают и процесс линьки у жаброногих и ракушковых ракообразных. Следует отметить, что микрорельеф новообразующихся покровов жаброногих и ракушковых ракообразных может запечатлевать осмотические условия в момент

линьки. Классическим примером такого отражения осмотических условий в момент линьки являются ситовидные поровые каналы ракушковых ракообразных. Проведённые нами исследования соотношения округлых и неправильной формы ситовидных поровых каналов показали возможность использования данного анализа для реконструкции палеосолённых условий. Микроскульптура, а также химический состав раковин ракушковых ракообразных могут отражать солёностные условия в процессе линьки: чем больше округлых поровых каналов, тем ниже солёность среды обитания, и наоборот.

Наши новейшие данные подтверждают, что ракушковые ракообразные способны как к осморегуляции гемолимфы, так и к осмоконформности. Что же касается жаброногих ракообразных, то все исследованные на настоящее время виды способны исключительно к осморегуляции гемолимфы. У ракушковых и жаброногих ракообразных, способных к осморегуляции, общая осмотическая концентрация под яйцевыми оболочками (или в закрытых выводковых камерах) поддерживается на уровне таковой гемолимфы самок.

Следует отметить, что практически всегда наблюдается опережающее развитие осморегуляторных органов. Эти органы появляются к моменту либо сбрасывания яйцевых оболочек, либо разрыва стенок закрытых выводковых камер.

Главной отличительной особенностью гиперосмотической регуляции гемолимфы ракушковых и жаброногих ракообразных является ее зависимость от количества солей, поступивших в организм вместе с пищей, хотя активный транспорт ионов в организм через поверхностные структуры также играет важную роль.

Гипоосмотическая регуляция гемолимфы ракушковых и жаброногих ракообразных, в первую очередь, определяется способностью к активному транспорту ионов из организма во внешнюю среду. Структуры, ответственные за этот транспорт, у представителей этих двух классов расположены различно: у *Ostracoda* – в области необызвествленной зоны внутреннего листка раковины, а у *Branchiopoda* – в области либо головного щита, либо жаберных придатков торакальных конечностей.



## **ФОНДОВЫЕ КОЛЛЕКЦИИ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЖИВОТНЫХ**

**Н.Б. Ананьева, Л.Л. Войта, М.Г. Волкович, А.А. Голиков,  
М.Б. Дианов, С.Г. Медведев, Е.А.Петрова, С.Ю. Синев,  
И.С. Смирнов, Р.В. Смирнов, Е.В. Сыромятникова,  
Р.Г. Халиков, А.В. Халин, А.Н. Шумеев**

В рамках проекта РФФИ № 15-29-02457-офи «Коллекции Зоологического института РАН как важный инструмент и информационная основа фундаментальных биологических исследований» в 2016 г. создана оригинальная информационно-поисковая система по образцам фондовых коллекций. Инфологическая структура построена по технологии «клиент-сервер» и включает: 1) уровень данных (уровень «сервера») – таксономический классификатор в стандарте ZOOCOD 4, коллекционные каталоги образцов, географические классификаторы, вспомогательные и связочные словари, таблицы, иерархические тезаурусы и пр.; 2) уровень представления данных («клиентский» уровень) – набор пользовательских интерфейсов для работы с информационно-поисковой системой в публичном доступе посредством сети Интернет.

Выполнены работы по расширению функционала таксономического классификатора животных Animalia (<http://www.zin.ru/zoodiv/animals.asp>), внесены 520 записей (443 рецентных таксона и 77 вымерших): 50 семейств, 90 родов (включая 6 синонимов), 320 видов, 60 таксонов подвидовых рангов. Классификатор содержит 131730 записей о таксонах 41 таксономических рангов, включая 28539 синонимов. Реализована инфологическая структура каталога образцов фондовых коллекций – ключевого компонента информационно-поисковой системы. Технически каталог реализован в среде СУБД Microsoft SQL Server 2012, включает в себя более 60 основных и вспомогательных таблиц и более 200 специализированных элементов программирования SQL (скалярные и табличные функции, хранимые процедуры, триггеры и пр.).

Идентифицированы и оцифрованы типовые экземпляры 50 таксонов видового ранга (виды и подвиды) чешуекрылых из подсемейства Noctuinae (сем. Noctuidae), а также 50 типов жуков подсемейства Lamiinae семейства Cerambycidae. Впервые представлена в общем доступе информация о типовых экземплярах блох, послуживших основой для описания 57 видов и подвидов, получены их оцифрованные изображения. Обработаны 50 типовых образцов млекопитающих: Lipotyphla (25 типов), Rodentia (10), Logomorpha (3), Artiodactyla (5), Perissodactyla

(7). Обозначены и оцифрованы типовые экземпляры, оцифрованы бумажные каталоги систематической коллекции и коллекции типовых экземпляров офиур. Отсканировано более 1300 каталожных карточек и таксономические, типовые, коллекционные, зоогеографические и библиографические сведения о 50 единицах хранения, относящихся к типовой части крупнейшей в мире коллекции погонофор.

Всего выполнена дигитализация 440 коллекционных образцов типовых экземпляров: погонофоры – 69, жуки – 50, бабочки – 50, блохи – 96, офиуры – 53, земноводные и пресмыкающиеся – 72, млекопитающие – 50. Получены 1494 изображения коллекционных образцов и сопутствующих материалов (оригинальные этикетки, каталожные карточки, конверты, рентгеновские снимки, единицы хранения и т.п.): погонофоры – 175, жуки – 100, бабочки – 106, блохи – 193, офиуры – 392, земноводные и пресмыкающиеся – 295, млекопитающие – 233.

Общий объем полученных графических изображений составляет 2,75 Гб. Графические изображения коллекционных образцов обработаны по единым алгоритмам (цветокоррекция, техническая ретушь и т.п.), размеры оптимизированы для отображения на дисплеях разрешения Full HD, сохранены в универсальном формате JPEG с минимальной степенью сжатия для публикации онлайн и в качестве архивных материалов для последующей обработки, публикации в печатной форме и предоставлении по запросам коллег.

Оцифрованные материалы опубликованы в публичном доступе в сети Интернет: на веб-портале ЗИН РАН создан специализированный веб-сайт по фондовым коллекциям (<http://www.zin.ru/collections/>), официальное открытие которого состоялось 19 ноября 2015 г. Основу сайта составляют 90 HTML-страниц с включенными вызовами специализированных ASP-страниц с серверными и клиентскими скриптами, обеспечивающими публикацию структурированного динамического контента из единого серверного хранилища в среде СУБД Microsoft SQL Server.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-29-02457-офи.

**ЗВУКОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ  
В ПЕРИОД МИГРАЦИИ: СРАВНЕНИЕ СПЕКТРОГРАММ  
НОЧНЫХ И ДНЕВНЫХ СИГНАЛОВ У ПЕВЧЕГО ДРОЗДА  
(*TURDUS PHILOMELOS*)**

**К.В. Большаков, В.Н. Булюк**

1. Анализ спектрограмм звуковых сигналов певчего дрозда в период дневного и ночного полета, а также на миграционных остановках показывает, что у этого вида отсутствуют какие-либо специализированные сигналы. Во всех ситуациях певчие дрозды используют только один тип сигнала – короткое «цик», который относится к категории видовых призывных криков.

2. Сигналы певчего дрозда находятся в области промежуточных и высоких частот, в среднем от 6993 до 8639 Гц: первые удобны для передачи информации на достаточно большие дистанции, вторые могут использоваться птицами для определения расстояния до источника звука.

3. Для всех групп сигналов (ночной и дневной полет, сигналы на остановках) обнаружена общая тенденция: с увеличением расстояния до птиц у сигналов уменьшалась их длительность, максимальная частота и общая ширина диапазона частоты, тогда как минимальная частота увеличивалась. Известно, что с увеличением расстояния от источника происхождения сигнал ослабляется, особенно в его высокочастотной части, в большей степени подверженной поглощению и рассеянию в воздухе.

4. Установлено, что сигналы певчих дроздов на дневных остановках – наиболее длительные и высокочастотные. Это, по-видимому, отражает максимально «призывное поведение по отношению к другим особям», связанное с готовностью к полету.

5. В полете дрозды издают более короткие, низкочастотные и узкополосные сигналы, чем во время дневных остановок. Сигналы летящих ночью птиц в среднем достоверно продолжительнее и выше по частоте, чем при дневной миграции. Предполагается, что ночью, при отсутствии визуального контакта между птицами в условиях низкой освещенности, более продолжительные и высокочастотные сигналы могут позволять птицам лучше поддерживать контакт в «рыхлых» стаях и ориентироваться в пространстве.

6. Прогресс в изучении сигнализации мигрирующих ночью и днём воробьиных птиц разных видов невозможен без детальной информации о том, летят ли птицы в одиночку или группами и когда птицы издают сигналы – во время взлета или до него, в полете, перед посадкой или во

время нее. Интервал между сигналами в разное время суточного ритма активности также может иметь важное значение.

7. При сравнении на спектрограммах параметров разных типов сигналов необходимо учитывать степень деградации структуры акустического сигнала при его распространении в воздухе в зависимости от расстояния до источника звука и погодных условий.

Исследование поддержано РФФИ (грант № 15-04-04710)

## КАМБАЛЫ ВЬЕТНАМА В КОЛЛЕКЦИИ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН

Е.П. Воронина

Вьетнам омывается водами Южно-Китайского моря и своей южной частью входит в Индо-Малайский треугольник – «горячую точку» морского биоразнообразия. Благодаря этому положению исследование его биоты вызывает большой интерес у специалистов. Фауна камбал (отряд Pleuronectiformes) Вьетнама до сих пор изучена недостаточно. Региональный список насчитывает вдвое меньше видов, чем известно для Южно-Китайского моря. В мировых музеях камбалы Вьетнама представлены чрезвычайно скудно; как следствие, они отсутствуют в ревизиях тропических таксонов (Menon, 1977; Randall, Johnson 2007; Vachon et al., 2007). В связи с этим изучение экземпляров, хранящихся в ЗИНе и относящихся к 47 видам 28 родов 6 семейств отряда, служит существенным дополнением к познанию ихтиофауны Вьетнама и Южно-Китайского моря.

Основная часть коллекции собрана в Тонкинском заливе (июль–сентябрь 1961 г.) и заливе Нячанг (2005–2010 гг.) на относительно небольших (до 150 м) глубинах. В материале преобладают представители семейств Bothidae, Soleidae и Synoglossidae, что типично для Индо-Пацифики в целом. Наибольшее число видов поймано до 50 м, причем распределение Soleidae и Synoglossidae ограничено этой глубиной, а виды Bothidae встречаются и глубже.

Новых для науки видов в коллекции вьетнамских камбал не выявлено, их обнаружение в прибрежном регионе вообще маловероятно. Поимка трех представителей разных семейств является новым находением не только для Вьетнама, но и для Южно-Китайского моря и значительно расширяет ареалы данных видов. Экземпляр *Soleichthys tubiferus* (Soleidae) – третий описанный экземпляр вида, считавшегося эндемиком

Мадагаскара. *Pseudorhombus oculocirris* (Paralichthyidae) ранее отмечен только у берегов Японии, а *Cynoglossus maculipinnis* (Cynoglossidae) – у берегов Австралии. Эти находки подтверждают широкое распространение индо-пацифических камбал, что делает установление у берегов Вьетнама ряда не отмеченных здесь видов вопросом времени. В частности, ещё 14 видов этих рыб, хранящихся в ЗИНе, оказались новыми для Вьетнама. Таким образом, список камбал Вьетнама расширился с 82 ранее известных (Nguen, 1999) до 99 видов. Наиболее многочисленны в нашем материале *Brachypleura novaezeelandiae* (Citharidae), *Arnoglossus polypilus*, *Engyprosopon grandisquama* и *E. latifrons* (Bothidae), *Liachirus melanospilos* (Soleidae), *Samaris cristatus* (Samaridae); виды рода *Cynoglossus* (Cynoglossidae) – обычные для Южно-Китайского моря. Полностью отсутствуют представители Psettodidae, Poecilopsettidae и Pleuronectidae, хотя в литературе имеются сведения об их обитании у берегов Вьетнама.

Климатические и гидрологические условия в Тонкинском заливе гораздо сложнее, чем в Южном Вьетнаме. Поимка одних и тех же представителей разных семейств в обоих регионах характеризует эти виды как эвритермные и эвригалинные.

## ДОННАЯ ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ МШАНОК МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

В.И. Гонтарь

Несмотря на многолетнюю историю изучения, моря Арктического бассейна исследованы далеко не достаточно. Это связано с тем, что эти моря большую часть года покрыты льдами, затрудняющими проведение исследовательских работ. История изучения исследований моря Лаптевых, одного из наиболее труднодоступных морей России, продолжается более 120 лет. Особенно плохо были изучены мелководья, где ледовый режим часто суров.

Море Лаптевых в отношении количественного распределения бентоса до недавнего времени оказалось практически не исследованным. Большую часть года море покрыто льдами. Под воздействием преобладающих южных ветров вдоль мористого края припая ежегодно сохраняется так называемая Великая Сибирская полынья, севернее которой располагаются дрейфующие льды. Здесь – оазис жизни в Арктике. В море Лаптевых существует целая система полыней: Восточно-Североземельская, Таймырская, Ленская и Новосибирская. Последняя располагается к северу от Новосибирских островов и в отдельные годы

может занимать огромные площади двух морей – Лаптевых и Восточно-Сибирского. Уникальность существования феномена открытой воды в жесточайшие арктические зимы определяется особенностями гидродинамики морских течений и атмосферной циркуляции в этих регионах. Вертикальная циркуляция воды в полыньях, высокие концентрации биогенных веществ и отсутствие ледяного покрова определяют высокую продуктивность биоценозов.

Фауны мшанок моря Лаптевых изучали русские и иностранные исследователи. В настоящее время для этого моря по литературным и нашим собственным данным известны 195 видов и подвидов из отрядов Cyclostomata, Stenostomata и Cheilostomata. Экспедиции на судне «Polarstern» работали также в прилегающих к морю районах Арктического океана. Фауна мшанок моря Лаптевых имеет эндемичные виды; виды, общие с другими Арктическими морями, и виды, проникающие через Берингов пролив из Берингова моря. Особенный интерес представляют данные о количественном распределении мшанок в море Лаптевых и биоценозах: в некоторых из них мшанки были руководящими видами.

Первое упоминание о таком биоценозе было сделано Stuxberg в 1883 г. В 1973 г. экспедиция ЗИН РАН изучала биоценозы верхних отделов шельфа моря Лаптевых. Петряшев и др. по материалам экспедиций 1990-х годов привели данные о биоценозах, в которых были встречены мшанки. Гуков при изучении донной фауны Ленской полыньи в 1985–1990 гг. к северу от Оленекского залива отметил, что в пробах постоянно встречались мшанки. Он указывал для донных биоценозов в проливах Новосибирских островов (в береговой зоне) доминирование макрофитов и мшанок. Гуков (1999) в исследовании «Экосистема Новосибирской полыньи» указывал на присутствие мшанок почти на всех станциях, в том числе на 2 вида, обладающих в море Лаптевых широким распространением (*Eucratea loricata* и *Alcyonidium disciforme*).

Мшанки играют важную роль в донных биоценозах моря Лаптевых и часто оказываются доминирующим видом в биоценозах, занимающих значительные пространства на шельфе. Они создают большие биомассы при высокой плотности поселения. Вероятно, в высоких широтах Арктики мшанки играют одну из ведущих ролей в донной фауне. Современные морские мшанки имеют скелеты различного химического состава. Хитиновые скелеты отряда Stenostomata (класс Gymnolaemata) почти не содержат минерального вещества, а скелеты мшанок из отряда Cyclostomata (класс Stenolaemata) и из отряда Cheilostomata (класс Gymnolaemata) минерализованы в различной степени. Известковые скелеты отмерших форм могут составлять значительную часть донных

осадков. Мшанки – главные продуценты карбонатов в некоторых древних и современных бентических условиях морских водоемов, включая части Арктического океана (Kuklinsky, Taylor, 2009).

## **ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВКООБРАЗНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, NOCTUOIDEA) БЕЛАРУСИ**

**Е.А. Держинский**

Совкообразные чешуекрылые сейчас рассматриваются в качестве надсемейства, в умеренных широтах Палеарктики представленного семействами Notodontidae, Nolidae, Erebidae и Noctuidae. Первые сведения о Noctuoidea Беларуси появились во второй половине XIX в., однако даже их видовой состав все еще выявлен далеко не полностью и нуждается в уточнении. Кроме того, территория республики остается изученной крайне неравномерно. За время, прошедшее после выхода двух крупных обобщающих работ по региональной фауне (Мержеевская, 1971; Мержеевская и др., 1976), не только существенно изменились представления о систематике группы, но и произошли естественные смещения границ ареалов ряда видов. В связи с этим нами было предпринято специальное исследование Noctuoidea с учетом многообразия природных условий территории Беларуси и фенологических особенностей отдельных видов. Основой для него послужил собственный материал, собранный в 2003–2015 гг. в различных районах республики на протяжении всего вегетационного периода (с марта по ноябрь), а также материалы коллекций Зоологического института РАН (Петербург), Зоологического музея БГУ (Минск), Биологического музея ВГУ (Витебск) и ряда частных лиц.

В результате обработки более 32000 экз. составлен фаунистический список совкообразных чешуекрылых, насчитывающий 498 видов, из которых 39 оказались новыми для Беларуси. Подтверждено присутствие в региональной фауне ряда видов, ранее известных лишь по литературным данным, не подкрепленным коллекционным материалом. Выявлены виды, прежние указания которых основывались на ошибочных определениях. Анализ видовых ареалов позволил объединить их в 13 зоогеографических комплексов, среди которых доминирующее положение занимают трансевразиатский и евро-сибирский. Значительно слабее представлены западнопалеарктический, транспалеарктический, голарктический и евро-кавказский комплексы, а к остальным относятся единичные виды. В широтном плане наиболее многочисленна темпе-

ратная группа, в которую входят виды, распространённые в бореальном и суббореальном поясах; почти столь же велика доля видов, ареал которых охватывает суббореальный и север субтропического пояса. Представители бореальной и бореомонтанной групп распространены преимущественно в северной части республики, а в центральной и южной её частях приурочены главным образом к верховым и переходным болотам. Уточнено распространение 88 видов Noctuoidea, границы ареалов которых проходят по территории республики. Для большинства из них (в первую очередь скифские степные) это – северная граница ареала, для других – южная (аркто-бореальные), восточная (европейские) или западная (некоторые восточнопалеарктические).

Сравнение с наиболее полно изученными сопредельными региональными фаунами по индексу Жаккара с кластерным анализом по методу Варда показало, что фауна Noctuoidea Беларуси наиболее сходна с фаунами западных и южных районов (Литва, северо-восточная Польша, украинское Полесье), и в меньшей степени – с фаунами северных и восточных районов (Эстония, Латвия, а также Псковская и Московская области России). Отмечено резкое преобладание среди совкообразных Беларуси мезофилов; значительно уступают им по числу видов мезоксерофилы и ксерофилы.

Группы эврибионтов, гигрофилов и мезогигрофилов относительно немногочисленны. По биотопической приуроченности наибольшим обилием видов отличаются лесной и луговой комплексы, а доля остальных групп (степные, лесо-луговые, околородные, болотные, эвритопные) невелика. Подтверждено существование на территории заказника «Званец» устойчивой популяции восточнопалеарктического вида *Rhyparioides metelkana* (Lederer, 1861), крайне редко и локально встречающегося в Европе и охраняемого в ряде стран.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ КЛЕЩЕЙ *IXODES PERSULCATUS*  
НА ЭПИДЕМИОЛОГИЮ КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА**

**Е.В. Дубинина<sup>1</sup>, А.Н. Алексеев, А.Я. Никитин<sup>2</sup>,  
И.М. Морозов<sup>2</sup>, Е.С. Светашова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный  
институт Роспотребнадзора, Иркутск;

<sup>3</sup>ФГБНУ Государственный научно-исследовательский  
институт озерного и речного рыбного хозяйства, Санкт-Петербург

Таежные клещи *Ixodes persulcatus* Schulze – основные резервуары и переносчики клещевого энцефалита (КЭ) и клещевых боррелиозов на большей части ареала вида. Многолетние исследования различных популяций *I. persulcatus* выявили четкую корреляцию ( $p < 0.010$ ) между степенью их зараженности клещевыми патогенами и накоплением в них ионов тяжелых металлов, прежде всего кадмия (Cd) (Алексеев и др., 2008). Кадмий не участвует в обменных процессах живых организмов, но активно изменяет их, являясь иммуносупрессором и одним из самых опасных экотоксикантов. Кадмий аккумулируется в микроорганизмах, растительных и животных тканях и проявляется в степени выраженности патологических изменений экзоскелета (аномалии, морфозы) клещей. Доказано, что наличие и объем измененной («аномальной») части популяции *I. persulcatus* является маркером антропогенного загрязнения территории, степени эпидемиологического состояния данной паразитарной системы «иксодовый клещ–возбудитель», т. е. степени зараженности клещей клещевыми патогенами, вызывающими заболевания людей. Изучение популяций таежных клещей северо-запада и других регионов России показало зависимость векторной способности взрослых клещей от их генотипических и фенотипических особенностей. В работе проведен анализ состояния популяций двух географически удаленных территорий севера и юга Иркутской области, эндемичных по КЭ (Никитин и др., 2011). Север области (район г. Братска) характеризует резко континентальный климат, тогда как в рекреационной зоне окрестностей г. Иркутска (43-й км Байкальского тракта) климат значительно более мягкий. Параметрами сравнения явились характер и степень наблюдаемых изменений экзоскелета клещей, величина содержания тяжелых металлов как в самих клещах, так и в почвах – среде их обитания.

В исследованных популяциях доля морфологически измененных клещей (особенно с двойными аномалиями) демонстрирует трехлетние колебания (Морозов и др., 2015). Показано, что значительные изменения экзоскелета самок, похожие на «шагреновую кожу», связаны с большим (по сравнению с другими формами аномалий) накоплением тяжелых металлов в организме этих клещей. Преобладание «аномальных» особей в популяции таежных клещей в пригородах Братска (36.1% в сравнении с 14.6% в популяции Иркутска,  $p < 0.001$ ) свидетельствует о большем антропогенном загрязнении района, подверженного значительному техногенному прессу (Никитин и др., 2011).

Впервые выявлено более высокое содержание ионов Cu и Zn в популяциях *I. persulcatus* Сибири по сравнению с содержанием этих металлов в популяциях северо-запада России. Накопление ионов Zn в клещах значительно выше, чем других исследованных металлов (Cd, Pb, Cu) и согласуется с более высоким содержанием его в среде их обитания (в почвах). В почвах концентрация Zn в 2 раза выше фонового содержания его в земной коре (Бреховских и др., 2006). Накопление наименее токсичных ионов Zn и Cu в организмах клещей независимо от типа аномалий анализированных клещей. Механизмы накопления Cu и Zn и их проявления иные, чем накопление Cd, замещающего Ca в экзоскелете клещей.

Высокое содержание Zn (участвующего в метаболизме нуклеиновых кислот и клеточном делении) в клещах, по-видимому, оказывает влияние на состав возбудителей клещевых инфекций в паразитоценозе переносчика и требует дальнейшего исследования. Получена положительная корреляция степени заражения клещей КЭ (индивидуальное исследование методом ИФА) с долей особей с измененным экзоскелетом («шагреновая кожа»).

Таким образом, многолетние наблюдения накопления тяжелых металлов в организме клещей *I. persulcatus* дают в руки исследователей инструмент выявления эпидемиологической напряженности природных очагов и возможность проведения мероприятий неспецифической профилактики КЭ.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЫЖКОВ СКАЛЬНЫХ ГИСТРИКОМОРФ

О.В. Жеребцова<sup>1</sup>, А.А. Панютина<sup>2</sup>, В.В. Платонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва

Для выяснения специфики формирования локомоторных адаптаций в условиях скальных ландшафтов у гистрикоморф изучали прыжки в длину у представителей 3 семейств: шиншиллы *Chinchilla lanigera* (Chinchillidae), дегу *Octodon degus* (Octodontidae) и моко *Kerodon rupestris* (Caviidae). Исследования проводили на базе биомеханической лаборатории Звенигородской биостанции МГУ. Изучение локомоторных актов проводили на двух взрослых особях каждого вида, предоставленных Московским зоопарком. Зверьков содержали и тренировали в вольере в течение нескольких дней, после чего проводили их видеосъемку. Для анализа использовали прыжки различной длины, по 24 прыжка каждого вида. Видеосъемку проводили параллельно несколькими камерами с различных ракурсов. Для анализа вида сбоку (наиболее важного для оценки пространственно-временных характеристик прыжков) съемку проводили двумя камерами: Casio EX-F1 (высокоскоростная съемка, 300 кадров в секунду) и JVC GC-PX10U (съемка высокого разрешения, 50 к/с). Длину прыжков измеряли как в абсолютных показателях, так и в относительных – в расстояниях между точками подвески конечностей к туловищу. Для передних ног это – дорсо-кадуальный угол лопатки, для задних – тазобедренный сустав; расстояние измеряли для растянутой фазы в начале прыжка.

Сравнительный анализ прыжков вышеуказанных грызунов проведен впервые. Шиншиллы почти никогда не прыгают без предварительной остановки. Дегу, наоборот, как правило, берут препятствия, не замедляя бега. Моко же обычно останавливаются перед прыжками на короткие дистанции, а длинные прыжки выполняют с разбега. Это относится в основном к прыжкам на привычное расстояние. При увеличении протяженности препятствия (пропасти) все изученные животные первые прыжки совершали с заминкой. Максимальные зарегистрированные длины прыжков (от точки отрыва задних ног до точки постановки передних) для изученных видов составили: около 115 см у шиншиллы, 110 см – у моко и 70 см – у дегу. В длинах тела это составляет чуть более 7 для дегу и моко и более 8 – для шиншиллы.

Основные фазы движения при прыжках соответствуют типичным фазам галопа: прыжок начинается со стадии задней опоры, далее следует фаза свободного растянутого полета, заканчивающаяся фазой передней опоры. Затем при классическом галопе должна следовать перекрещенная фаза полета, переходящая в стадию задней опоры, завершающую цикл. При достаточно длинных прыжках перекрещенной фазы полета не наблюдается: задние ноги опускаются до отрыва передних. Если ступни встают впереди от кистей лап, то это можно трактовать как рудимент перекрещенной фазы, а если позади, то никаких признаков перекрещенной фазы нет. У всех изученных нами видов рудимент перекрещенной фазы присутствует при коротких прыжках и исчезает при длине прыжка более 50 см.

У всех трех исследованных грызунов наблюдалась тенденция увеличения угла вылета при росте длины прыжка. Эта зависимость у моко и шиншилл практически совпадает, а у дегу угол вылета растет с увеличением длины прыжка в 2–3 раза быстрее. Максимальные зарегистрированные углы вылета составили примерно 34 градуса для дегу, 32 – для моко и 27 – для шиншилл.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-04-03688.

## **ОБОНЯТЕЛЬНАЯ И ЗРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМЫ В ФИЛО- И ОНТОГЕНЕЗЕ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ**

**О.В. Зайцева**

Одной из важных проблем эволюционной морфологии является выяснение структурных основ, путей и закономерностей становления и развития рецепторных образований и интегративной функции нервной системы в различных ветвях многоклеточных в ходе их онто- и филогенеза. Рецепторные клетки являются первыми нервными элементами, которые появляются в ходе эволюции и индивидуального развития животных. Их роль в формировании нервной системы огромна. В работе представлены результаты сделанных за отчетный период обобщений многолетних комплексных морфологических исследований автора и ряда его коллег в области изучения обонятельной тентакулярной и зрительной систем представителей 19 видов гастропод, отличающихся общим уровнем своей организации, филогенетическим положением, средой обитания и образом жизни.

Удивительная особенность этих систем – их тесная анатомическая связь в ходе эволюции не только у брюхоногих, но и у двустворчатых моллюсков. Это происходит, несмотря на развитие указанных сенсорных органов у гастропод и двустворчатых совершенно из разных источников: в одном случае – из стенки головного отдела тела, в другом – из мантийной складки. Исключение составляют лишенные раковины морские голожаберные моллюски, у которых глаза во взрослом состоянии располагаются в непосредственной близости с церебральными ганглиями на значительном удалении от головных щупалец. Однако показано, что в эмбриогенезе и на ранних ювенильных стадиях развития глаза у этих видов моллюсков, как и у других гастропод, формируются в непосредственной близости от обонятельной области головных щупалец. Интересно, что редукция указанных выше сенсорных систем у моллюска *Cliona limacina* сопровождается и редукцией головных щупалец. Подобный консерватизм в локализации обонятельных образований и глаз не характерен для других представителей беспозвоночных, но распространен у позвоночных животных.

Выявлены основные направления, общие закономерности, особенности и параллелизмы развития обонятельной и зрительной систем, а также связанных с ними интегративных отделов мозга у брюхоногих моллюсков. Показаны параллелизмы развития обонятельных систем моллюсков, насекомых и позвоночных животных. Установлена важная роль среды обитания и образа жизни животных в формировании определенных закономерностей эволюционного развития обонятельных систем. Установлено, что у наземных брюхоногих в связи с высоким развитием обоняния формируются новые отделы мозга (процеребрумы), имеющие экранный тип строения, характерный для коры больших полушарий мозга позвоночных, зрительных центров насекомых и головоногих. Это показывает возможность возникновения экранных центров мозга в ходе эволюции на основе не только зрительной, но и обонятельной системы при условии, что последняя становится ведущей системой для ориентации животного в пространстве. Почти двукратное увеличение числа нейронов в мозге у наземных легочных улиток и слизней (за счет образования парных процеребральных отделов) и высокодифференцированная модульная организация последних, несомненно, делают представителей этой группы животных вершиной филогенеза ныне живущих брюхоногих.

Полученные данные заставляют пересмотреть сложившиеся представления об эволюции высших интегративных центров мозга животных и раскрывают возможности процеребрумов моллюсков как пер-

спективной модели не только для изучения механизмов кодирования и обработки обонятельной информации, но и для выяснения организации высших интегративных отделов мозга и их вклада в формирование адаптивного поведения у животных.

Работа выполнена по теме № 01201351194 ЗИН РАН и при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 15-29-02650 офи\_м).

## АНАЛИЗ АРЕАЛОВ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ КРЫМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС

О.В. Кукушкин<sup>1,2</sup>, И.В. Доронин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Карадагская научная станция – природный заповедник РАН, Феодосия;

<sup>2</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Моделирование ареалов на основе ГИС-программ для анализа распространения представителей герпетофауны Крыма применяли крайне мало (Титар, 2011; Доронин, 2012). Мы проанализировали распространение 3 видов амфибий, 6 видов ящериц (всего 7 таксонов) и 6 видов змей крымской фауны (в основу исследования легли данные о 287 пунктах находок амфибий и 2472 – рептилий). При построении карт потенциальных ареалов в программе Maxent 3.3.3k (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>) учитывали вклады 19 биоклиматических параметров и высоты над уровнем моря.

Вклады 10 параметров оказались незначительными (< 10%) для всех видов. Симптоматично, что сюда вошли параметры, с которыми наиболее часто «интуитивно» связывают особенности распространения пойкилотермных животных: среднегодовая температура и осадки, средние температуры наиболее жаркого и холодного сезонов. Минимальная температура самого холодного месяца существенно влияет только на распространение *Pseudopus apodus*, *Eremias arguta* и *Elaphe sauromates*. Среднесуточная амплитуда оказалась значимой только для *E. arguta*, осадки наиболее сухого сезона – для *Lacerta agilis tauridica*, осадки наиболее жаркого сезона – для *L. a. exigua*, температурная сезонность – для *Pelias renardi*, изотермичность – для *Triturus karelinii*.

Превалирующая роль в формировании ареалов большинства изученных видов принадлежала всего 4 параметрам, по-видимому, отражающим основные черты климата Крыма, в соответствии с которыми «регион выбирает себе герпетофауну»: годовому размаху температур, средней температуре наиболее влажного сезона, осадкам наиболее су-

хого месяца и сезонности осадков. У каждого таксона набор вкладов в построение модели распространения уникален, но у форм, близких по своему отношению к климату, «ключевые» параметры комбинируются сходным образом. Пары образуют такие виды, как *Mediodactylus kotschy* и *Zamenis situla* – узкоареальные термофилы со смешанной (дневной и ночной) активностью; *Podarcis tauricus* и *Hierophis caspius* – термоксерофилы, широко распространенные в горах и на равнине (интересно, что к ним оказался близок *N. tessellata*); *Pseudopus apodus* и *Elaphe sauromates* – термомезофилы с дизъюнктивным распространением в низкогорных местностях и на равнине; *Darevskia lindholmi* и *Coronella austriaca* – термотолерантные мезофилы, связанные преимущественно с горно-лесной частью Крыма, включая яйлу (*L. a. tauridica* примыкает к этой паре); *L. a. exigua* и *P. renardi* – сравнительно мезофильные термотолерантные формы, обитающие в основном на равнине и в остепненном предгорье. Паттерны распространения видов в регионе в каждой из пар обнаруживают определенные черты сходства.

Карты потенциальных ареалов, полученные с использованием программы Maxent, как правило, верно отражают особенности распространения видов в регионе, однако в ряде случаев содержат явные искажения наблюдаемой картины, поэтому их прогностическая роль не должна переоцениваться. Помимо того, что программа в силу своих характеристик в принципе не способна учесть все многообразие факторов среды, обуславливающих распространение животного, на результатах сказываются неточность климатических баз, неравномерность изученности территории, сохранность первоначальных ареалов, а также, вероятно, история заселения видом региона.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ (НШ 2990.2014.4) и гранта РФФИ (№№ 15-04-01730, 16-04-0039).

### **ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСЕЛЕНИЯ ХОЗЯИНА НА ЗАРАЖЕНИЕ ПАРАЗИТАМИ: АНАЛИЗ МОДЕЛИ «ЛИЧИНКИ ТРЕМАТОД – ВТОРЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ХОЗЯЕВА»**

**К.Е. Николаев, И.А. Левакин, К.В. Галактионов**

Оценку влияния плотности популяции хозяина на его заражение паразитами выполняли на примере заражения церкариями трематод *Himsthla elongata* (Echinostomatidae) и *Cercaria parvicaudata* (Renicolidae) их вторых промежуточных хозяев – мидий *Mytilus edulis*. На Белом море в районе ББС ЗИН РАН провели две серии натурных

экспериментов на литоральных полигонах, которые значительно отличались по зараженности первых промежуточных хозяев этих трематод (моллюсков *Littorina* sp.): Кемь-Луды (слабо зараженные литорины) и м. Красный (сильное заражение литорин). Садки с незараженными мидиями одинакового (2–3 см) размера размещали на литорали, оставляли на несколько недель, после чего моллюсков вскрывали и подсчитывали число содержащихся в них метацеркарий *H. elongata* и *C. parvicaudata*.

В первой серии экспериментов (Кемь-Луды, слабое заражение) мидий экспонировали в течение 41 дня и использовали 6 разных плотностей мидий: 0.25×, 0.5×, 1× (естественная плотность поселения мидий на Кемь-Лудах), 2×, 4× и 8×. Для описания зависимости экстенсивности (ЭИ – процент зараженных особей) и интенсивности (ИИ – среднее число паразитов в одной особи хозяина в выборке, учитывая только зараженных особей) инвазии, индекса обилия (ИО – среднее число паразитов в одной особи хозяина в выборке, учитывая зараженных и незараженных особей) и плотности гемипопуляции метацеркарий от плотности популяции хозяина использовали степенную модель:  $y=ax^b$ . Параметры ( $a$  и  $b$ ) оценивали по линейной регрессии логарифмов величин ( $\ln y = \ln a + b \ln x$ ). Во второй серии экспериментов (м. Красный, сильное заражение) мидий экспонировали на протяжении 39 дней и использовали три разных плотности (400, 2000 и 4000 мидий/м<sup>2</sup>). Величины и их доверительные интервалы (95%) оценивали бутстрапом (Efron, 1965),  $N=20000$ . Достоверность различий оценивали при помощи медианного критерия.

Степенная модель зависимости ЭИ, ИИ, ИО и плотности метацеркарий от плотности поселения хозяина в эксперименте на Кемь-Лудах оказалась адекватной (линейной для логарифмов величин, по Фишеру). С ростом плотности хозяина ЭИ снижалась сходно для двух видов трематод ( $P>0.05$ ): *H. elongata* ( $R^2=0.85$ ,  $b=-0.32$ ), *C. parvicaudata* ( $R^2=0.73$ ,  $b=-0.38$ ). ИО метацеркарий быстрее ( $P<0.05$ ) снижался для *C. parvicaudata* ( $R^2=0.79$ ,  $b=-0.56$ ), чем для *H. elongata* ( $R^2=0.79$ ,  $b=-0.38$ ). ИИ *H. elongata* в этом эксперименте достоверно не изменялась ( $R^2=0.26$ ,  $Pb>0.05$ ) в отличие ( $P<0.01$ ) от слабого снижения ИИ у *C. parvicaudata* ( $R^2=0.62$ ,  $b=-0.18$ ). Плотность гемипопуляции паразита значительно возрастала с ростом плотности популяции хозяина: *H. elongata* ( $R^2=0.91$ ,  $b=0.62$ ), *C. parvicaudata* ( $R^2=0.7$ ,  $b=0.44$ ).

Все мидии, экспонированные на м. Красном, оказались заражены метацеркариями, поэтому оценки ИИ и ИО совпали. При увеличении плотности хозяина с 400 м<sup>-2</sup> до 4000 м<sup>-2</sup> обилие метацеркарий снижалось с 40.9 (26.8–57.6) до 16.9 (14.2–19.7) для *H. elongata* ( $P<0.01$ ) и с



69.2 (51.5–92.7) до 38.2 (33.4–42.9) для *C. parvicaudata* ( $P < 0.01$ ). При этом плотность гемипопуляции паразита возрастала с 14220 (10560–18740) до 60160 (50920–70440) для *H. elongata* и с 25500 (18400–33620) до 135840 (119520–154240).

Полученные данные свидетельствуют, что использование общепринятых в паразитологии индексов при анализе заражения популяций малоподвижных беспозвоночных–промежуточных хозяев не дает адекватного представления об интенсивности проходящего через них паразитарного потока. При оценке этого параметра следует оперировать плотностью инвазионного начала.

### **ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ТОЛЩЕ ВОДЫ ЦЕРКАРИЙ ДВУХ ВИДОВ ТРЕМАТОД (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ПОЛЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)**

**К.Е. Николаев, В.В. Прокофьев, И.А. Левакин, К.В. Галактионов**

Исследованы закономерности распределения в столбе воды церкарий 2 видов трематод – *Himasthla elongata* (сем. Echinostomatidae) и *Cercaria parvicaudata* (сем. Rencolidae). Жизненные циклы этих видов реализуются в прибрежье бореальных и субарктических морей Европы, в том числе в Белом море. Первым промежуточным хозяином служат брюхоногие моллюски *Littorina* spp., роль второго промежуточного хозяина играют мидии (*Mytilus edulis*), а окончательного – птицы прибрежного комплекса.

Закономерности вертикального распределения церкарий в толще воды изучали как в лаборатории с использованием специально сконструированной установки, так и в ходе полевого эксперимента на литоральном полигоне в губе Чула Белого моря. В последнем случае садки с незараженными мидиями устанавливали на разных уровнях водяного столба и экспонировали в течение месяца. Лабораторные наблюдения показали, что церкарии *H. elongata* на протяжении всего срока жизни держатся в придонном слое воды. Личинки же *C. parvicaudata* после выхода из зараженного моллюска вначале поднимаются в верхние слои воды, а затем концентрируются у дна.

При этом как для *H. elongata*, так и для *C. parvicaudata* показано, что часть церкарий (10–15%) обладает противоположными поведенческими реакциями (личинки-«уклонисты»). Максимальные показатели зараженности (экстенсивность инвазии и индекс обилия) мидий метациркуляриями *H. elongata* в полевом эксперименте зарегистрированы в

садках, установленных непосредственно на грунте, в то время как зараженность моллюсков в садках, находившихся в толще воды (20 см от поверхности грунта) значительно ниже. Различия в зараженности моллюсков метациркариями *C. parvicaudata* аналогичны вышеописанным, однако не столь четко выражены, как в случае личинок *H. elongata*.

Полученные материалы позволяют предположить, что заражение мидий в толще воды циркариями *H. elongata* происходит за счет личинок-«уклонистов», в то время как личинки *C. parvicaudata* с базовым типом поведения могут заражать таких моллюсков в первые часы жизни, когда они поднимаются в верхние слои воды. Это, по всей видимости, и объясняет более высокую зараженность мидий метациркариями *C. parvicaudata*, чем *H. elongata*, в садках, экспонировавшихся в толще воды.

**ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДНЯ НА СКОРОСТЬ  
ПРЕИМАГИНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ, НА РАЗМЕР И ВЕС  
ОТРОДИВШИХСЯ ИМАГО БОЖЬЕЙ КОРОВКИ *HARMONIA*  
*AXYRIDIS* (PALLAS) (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)**

А.Н. Овчинников<sup>1</sup>, С.Я. Резник<sup>1</sup>, М.Ю. Долговская<sup>1</sup>, Н.А. Белякова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Всероссийский НИИ защиты растений РАН, Санкт-Петербург

Объект нашего исследования – хищная божья коровка-арлекин *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae), которую используют для биологической борьбы с вредителями в агроценозах с начала прошлого века и которая сейчас считается весьма успешным инвайдером, проникающим в естественные биоценозы и способным вытеснять автохтонных афидофагов. К настоящему времени инвазионные популяции *H. axyridis* найдены более чем в 40 странах Европы, Америки и Африки.

В исследовании была использована лабораторная линия *H. axyridis*, происходящая от особей, собранных на Дальнем Востоке, т. е. на том участке исходного, «естественного» видового ареала, который по имеющимся данным был одним из источников инвазии.

Влияние фотопериода на скорость роста и развития *Harmonia axyridis* проявляется, как у многих насекомых с длиннодневной ФПР: особи, развивавшиеся в коротком дне, достоверно отличаются ускоренным развитием стадий, предшествующих диапаузирующей (по сравне-

нию с особями, развивавшимися в длинном дне). Такой адаптационный механизм способствует увеличению доли особей, успевших войти в состояние диапаузы до наступления неблагоприятного периода.

Однако существует и негативное последствие подобной стратегии: быстро развивавшиеся особи (при прочих равных условиях) обычно мельче и, соответственно, способны накопить меньшее количество резервов, необходимых для успешной зимовки. Наши исследования показали, что подобные несогласующиеся предпосылки успешной зимовки (быстрое развитие и большие размеры) могут быть разрешены в случае с коровками следующим образом: при коротком дне увеличивается скорость роста, но не скорость набора веса.

Учитывая, что различие между линейными размерами и весом имаго состоит в способности взрослых насекомых увеличивать вес (в отличие от размера), можно говорить о своеобразном «компенсаторном» механизме набора веса имаго, который позволяет развившимся в условиях короткого дня относительно крупным, но легким жукам подготовиться к зимовке (к примеру, в случае затянувшейся осени). В подобном сценарии вышедшие из куколки крупные легкие жуки, продолжавшие питаться непосредственно перед наступлением неблагоприятного периода, тем самым нивелируют разницу в «упитанности» с жуками, развивавшимися при благоприятных условиях, что, видимо, дает возможность поздно отродившимся «малоупитанным» жукам повысить долю особей, переживших зиму в состоянии имагинальной диапаузы.

## **КОНФОКАЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЯ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ПРИЗНАКОВ КСИЛОБИОНТНЫХ НЕМАТОД**

**А.Ю. Рысс, А.А. Петров**

Проведен анализ строения мышц, снабжающих копулятивные органы и глотку у самцов и самок двух видов нематод из древесины сосны: мико- и фитопаразита *Bursaphelenchus mucronatus* и комменсала бактериотрофа *Chiloplacus* sp. (Nematoda: Rhabditida). Кожно-мышечный мешок позволяет проследить смену числа осей симметрии с 6 на 4. Для мышц головного конца выгодно сочетание 6-лучевой симметрии губ и тактильных сенсилл и билатеральной (хемо-тангорецепторы амфиды). Позади, в основной локомоторной части тела, мышцы перегруппируются, сочетая билатеральность двух латеральных хорд с 4 мышечными

секторами (субвентральный и субвентральный сектор каждой хорды – антагонисты в дорсо-вентральной ундуляции).

Протракторы стомы в форме 3-гранника начинаются от основания бокала стомы у бактериотрофа (*Chiloplacus* sp.) или от базальных головок основания стилета-капилляра у микро-фитопаразита *Bursaphelenchus* и заканчиваются на базальном радиусе головы. Ретракция стомы – за счет мышц-дилататоров глотки.

Глотки обоих видов представляют собой модификации исходной для класса Secernentea двухбульбусной (диплогастеридной) глотки. У хилоплакусов редуцирован бульбус метакорпуса при мощном бульбусе посткорпуса; у бурсафеленха в связи с паразитическим питанием гипертрофированы три одноклеточные железы посткорпуса, но сам посткорпус и его бульбус редуцированы до крошечного клапана позади бульбуса метакорпуса, поэтому железы глотки бурсафеленха свободно свисают на кишечник в виде дорсальной лопасти. Особенность бульбусов глотки в обеих эволюционных модификациях состоит в двуслойности мышц: внутренний ленточный слой управляет сокращениями трехстворчатого клапана, а наружный радиально-фибриллярный – растяжением бульбуса. Принцип прокачки пищи сходен для обоих видов – за счет натяжения наружных мышц бульбуса расширяется полость его передней камеры и туда поступает пища, затем внутренние мышцы раскрывают центральный клапан бульбуса, и пища поступает через него за счет давления полости тела при расслабленных наружных мышцах. В последовательном смыкании просвета глотки и клапана мышцы-дилататоры служат антагонистами тургора полости тела.

Различия в форме отверстия вульвы самок двух видов (круглое у хилоплакусов и поперечное с аркой-щитком у бурсафеленхов) и бурсы самца (боковые крылья против терминального адгезивного листка) указывают различие способов удержания партнера при копуляции. У хилоплакусов боковая фиксация партнера обеспечена боковыми продольными крыльями бурсы, а продольная фиксация стабилизирована рульком. Наличие рулька и боковых крыльев бурсы анцестрально и свойственно большинству самцов класса Secernentea. У бурсафеленхов изменение способа взаимной фиксации самца и самки при копуляции привело к перенесению фиксирующей функции на усложненный копулятивный аппарат самок, в связи с чем сформировалась массивная задняя губа вульвы и крылья арки вульварного щитка, а рулек слился со спикулой.

Для динамики отверстий и полостей тела нематод характерен антагонизм мышц-дилататоров и смыкания за счет тургора тела. Противопоставленные мышечные сектора каждой латеральной хорды служат

антагонистами при ундулирующей локомоции. Ретракционные органы (стома и спикулы) обладают системами протракторов. Диафрагма мешка клоаки обеспечивает сжатие клоаки, давление тургора на спикулы и семяизвержение при копуляции. Ее дорсо-латеральные мышцы обеспечивают ретракцию спикул, а мышцы глотки – ретракцию стомы.

База исследования: конфокальный микроскоп Leica TCS SP5, ЦКП «Таксон» (ЗИН РАН). Поддержка: грант РФ № 14-14-00621 (первый автор, анализ эволюции микотрофных нематод) и плановая тема ЗИН РАН № 01201351194 (второй автор, разработка технологий конфокального исследования червей и 3D исследования мышц).

## **ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ГИПОТЕЗЕ КОЭВОЛЮЦИИ В СИСТЕМЕ «ПАЗАРИТ–ХОЗЯИН»: НЕМАТОДЫ И ДЕРЕВЬЯ**

**А.Ю. Рысс**

Стволовые нематоды вызывают вилт древесных растений и представляют фитосанитарную проблему в РФ в связи с масштабными лесными рубками и транспортировкой больших объемов лесоматериалов из природных очагов фитопатогенов. Оценка опасности перехода нематод из транспортируемой древесины на новые виды деревьев – серьезная прикладная проблема. Одновременно – это проблема для филогенетического анализа паразитарной специфичности групп видов, соответствующих клатам на молекулярном филогенетическом древе.

Цикл стволовых нематод р. *Bursaphelenchus* включает, кроме дерева-хозяина, также жука-переносчика (сем. Cerambycidae или Curculionidae) и ксилобионтный грибок сем. Ophiostomataceae. Сопоставление клад дерева нематод со специфичностью к насекомым и растениям позволило сделать вывод о коэволюции нематод с переносчиками: каждая клата видов нематод приурочена к роду жуков, а специфичность к растениям обнаруживается только на уровне семейства, но связь нематод и растений легко объяснить предпочтениями жуков к питанию и яйцекладке на определенном виде дерева, а не коэволюционной связью между видами нематод и растений.

Сравнение жизненных циклов сем. Aphelenchoididae указывает, что насекомое-переносчик – самое позднее приобретение в жизненном цикле стволовых нематод. Важная роль именно позднейшего звена цикла противоречит теории коэволюции в системе «паразит–хозяин» но объяснима рискованностью энтомофильной фазы нематоды, поэтому было проведено экспериментальное лабораторное исследование на 10 видах

древесных растений с целью выяснить сравнительную патогенность и специфичность стволовых нематод к видам деревьев. Использованы изоляты *B. mucronatus kolymensis* (паразит хвойных) и *B. fraudulentus* (паразит широколиственных). Это – близкие виды из патогенной группы видов *B. xylophilus*. Ввиду необходимости массового (пригодного для статистической обработки) материала стандартный лабораторный тест на фитопатогенность на саженцах был заменен на специально разработанную автором технологию зимнего лабораторного теста специфичности и патогенности на черенках растений при соблюдении условий экобезопасности.

Оба вида нематод показали патогенность и рост численности на природных видах-хозяевах каждого изолята. Однако неожиданным результатом явилось размножение паразита лиственных на хвойных (*Larix decidua*), но не паразита хвойных на лиственных, что указывает на скрытое предпочтение видов клады *B. xylophilus* хозяев сем. Pinaceae. Выявлены хозяева-дифференциаторы видов нематод: *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* (природные хозяева альтернативных изолятов), а также *Larix sibirica*, *Populus tremula*.

Вывод: специфичность нематод к видам деревьев обусловлена не только предпочтениями переносчиков, но и филогенетической памятью группы видов (клады) патогенов. Эту **латентную специфичность** видов стволовых нематод необходимо учитывать при планировании рубок и транспортировке лесоматериалов. Для этого необходима система региональных тестов на патогенность нематод и региональный мониторинг насекомых-переносчиков в связи с потеплением климата.

Поддержка: грант РФ № 14-14-00621.

**АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ДЬЯКОНОВ (1886–1956) –  
ЗООЛОГ, ЭНТОМОЛОГ, ОСНОВАТЕЛЬ ОТДЕЛЕНИЯ  
ИГЛКОЖИХ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН**

**И.С. Смирнов, А.В. Смирнов, С.Ю. Синев**

В 2016 г. исполняется 130 лет со дня рождения и 60 лет со дня смерти крупного отечественного зоолога, доктора биологических наук (с 1934 г.), профессора (с 1939 г.) Александра Михайловича Дьяконова. Родился Александр Михайлович 4(16) января 1886 г. в Петербурге, в семье историка, специалиста по русскому праву, впоследствии академика Михаила Александровича Дьяконова и Надежды Александровны

Дьяконовой (урождённой Порецкой). Еще в детстве он увлекается собиранием бабочек, сохраняя эту страсть, со временем переросшую в серьезное научное занятие, до конца своих дней. После окончания Юрьевской классической гимназии в 1905 г. Александр Михайлович поступает на физико-математический факультет Юрьевского университета, а годом позже в связи с переездом семьи в столицу переводится в Санкт-Петербургский Императорский университет.

Летом 1906 г. он принимает участие в первой крупной экспедиции на Белое море под руководством К.К. Сент-Илера. Параллельно с университетскими занятиями Александр Михайлович обрабатывает свои энтомологические сборы в лепидоптерологическом отделении Зоологического музея Академии наук. В эти же годы появляются его первые работы по систематике пядениц в Русском энтомологическом обозрении. В 1907 и 1908 гг. Александр Михайлович проводит энтомологические сборы в Швейцарии и Германии, в 1909 г. – на Урале. В 1910 г. он от Санкт-Петербургского Общества Естествоиспытателей (СПБОЕ) командирован на Мурманскую биологическую станцию Общества, в 1911 г. проводит энтомологические сборы в Крыму по командировке Русского энтомологического общества в качестве члена-корреспондента, а летом 1912 г. вновь работает с морской фауной на Мурманской станции.

Дипломная работа Дьяконова была посвящена изучению анатомии и гистологии полихет. Материалы для этой работы он собирал и обрабатывал на Мурманской биологической станции, и вскоре они были опубликованы в трудах СПБОЕ. В 1912 г. после окончания Санкт-Петербургского университета с дипломом I степени Александр Михайлович был приглашен в Зоологический музей Академии наук для обработки коллекций иглокожих (Echinodermata) и организации отдельного отделения по этой группе животных. Первые 8 месяцев 1913 г. он провёл за границей, куда был командирован для ознакомления с музейным делом и изучения систематики иглокожих. Во время командировки он посетил крупнейших специалистов по иглокожим – др. Мортенсена (Копенгаген), др. Тиля (Стокгольм) и др. Додерляйна (Страсбург). Помимо изучения методик, необходимых для изучения иглокожих, и ознакомления с организацией хранения коллекций он занимался и научной работой. По результатам этих исследований Александр Михайлович публикует две работы о возрастной изменчивости и живорождении у офиуры *Amphiura capensis* и описание нового интересного паразита офиур – ракообразного из группы Ascothoracidae.

По возвращении из-за границы его зачисляют в штат музея младшим зоологом и назначают заведующим отделением иглокожих. С 1920

по 1924 гг. параллельно с работой в Академии наук Александр Михайлович принимает деятельное участие в работе Олонецкой научной экспедиции, в которой заведует отделом наземной фауны беспозвоночных животных. Поскольку экспедицию проводил Государственный гидрологический институт, то он занимал в нём должность старшего специалиста. С 1925 по 1927 гг. он состоит еще и старшим ассистентом по разделу систематики в отделе энтомологии Государственного института опытной агрономии (ныне – ВИЗР).

Уникальные результаты дали проведенные под его руководством энтомологические экспедиции в Уссурийский край в 1926 и 1929 гг., в которых приняли участие Н.Н. Филиппев и А.К. Мордвилко. Всего же за плечами Александра Михайловича – многочисленные энтомологические экспедиции в Крым, на северный Кавказ и Закавказье, участие в 1934 г. в экспедиции ЗИН на Японское море и в 1947 и 1949 гг. – в Курило-Сахалинской экспедиции ЗИН–ТИНРО по изучению морской фауны южного Сахалина и южных Курильских островов. В этих экспедициях был собран огромный материал как по морским беспозвоночным, так и по насекомым. Результаты научных исследований опубликованы им в 95 работах, в том числе по гидробиологии, преимущественно по иглокожим – 44 работы, и по энтомологии, преимущественно по чешуекрылым – 41. Среди них – фундаментальные монографии по морским ежам и морским звездам обширного рода *Leptasterias*, других крупных родов морских звёзд семейства *Asteriidae* и рода *Henricia*, обитающих в северо-западной части Тихого океана, а также определитель иглокожих северных морей, краткий определитель иглокожих дальневосточных морей, определители морских звёзд и офиур фауны морей СССР, крупные сводки по чешуекрылым Ленинградской области, по пяденицам Минусинского края и Камчатки, краткий определитель стрекоз Ленинградской области, разделы по стрекозам и пяденицам в определителе насекомых под редакцией Н.Н. Филиппева.

Во время войны, находясь в эвакуации в Алма-Ате (Казахстан), он исследовал вредителей хлопчатника и свекловицы – опубликованы два популярных определителя. Он также изучал насекомых-опылителей культурных растений. Следует также отметить работы А.М. Дьяконова по зоогеографии. В статье «Взаимоотношения арктической и тихоокеанской морских фаун на примере зоогеографического анализа фауны иглокожих» (1945), удостоенной премии Президиума АН СССР, он выдвинул гипотезу о вторичном заселении северных морей иглокожими путем миграции их из северных частей Тихого океана в послеледниковое время и впервые указал восточный путь миграции северотихо-



океанской фауны в Северный Ледовитый океан. До сих пор не потеряла своего значения и его статья «Фауна иглокожих Малайского архипелага и её связь с прошлым и настоящим Мирового океана» (1950). Им также была выяснена связь фауны пядениц Камчатки с фауной северных районов Северной Америки, изучено распределение фауны чешуекрылых Крыма по станциям и установлена её связь с Закавказьем и Анатолией, а также Балканским полуостровом.

За годы своей плодотворной научной деятельности Алексей Михайлович стал признанным в мире специалистом сразу по двум группам животных – иглокожим и чешуекрылым. Оставаясь до самой кончины заведующим отделением иглокожих, Александр Михайлович много времени и сил отдавал и научно-организационной работе в качестве члена Совета Зоологического музея (1918–1930), зам. директора ЗИНа (октябрь 1935 – май 1938), ученого секретаря (1922–1932), а позже – и вице-президента Русского энтомологического общества, действительным членом которого он состоял с 1912 г. Он также был действительным членом Санкт-Петербургского/Ленинградского общества естествоиспытателей (с 1912 г.), Государственного географического общества (с 1927 г.), Московского общества испытателей природы (с 1931 г.) и принимал активное участие в работе Тихоокеанского комитета и Четвертичной комиссии АН СССР (с 1933 г.). А.М. Дьяконов был награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–45 гг.» (1945), орденом «Трудового Красного Знамени» (1946) и «Орденом Ленина» (1953).

Александр Михайлович ушёл из жизни 1 апреля 1956 г. и нашёл упокоение на Шуваловском кладбище.

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МТТ-РЕАКЦИИ ЦЕЛОМОЦИТОВ *A. RUBENS* ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АККЛИМАЦИИ ТКАНЕЙ К ИЗМЕНЕНИЮ СОЛЕННОСТИ СРЕДЫ**

**А.О. Смуров<sup>1</sup>, А.Ю. Комендантов<sup>1</sup>, А. М. Горбушин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург*

<sup>2</sup>*ИЭФБ РАН, Санкт-Петербург*

Метаболическая активность (МАк) организмов и их тканей считается важной характеристикой, позволяющей оценить адаптационный потенциал популяции. Мы провели пилотное исследование применимости МТТ-теста для оценки МАк целомоцитов (клеток целомической жидкости) морской звезды *Asterias rubens* при изменении солености сре-

ды и сравнили их с данными, полученными ранее для целого организма.

МТТ-тест служит для выявления метаболической активности клеток и основан на способности ряда оксиредуктазных клеточных ферментов восстанавливать тетразолиевый краситель до водонерастворимого формазана, концентрация которого после растворения в изопропанолу легко определяется колориметрическим методом.

Предварительно экспериментальные группы звезд были акклиматизированы в течение 2 недель к естественным для Белого моря соленостям 20, 25 и 30‰. У каждой звезды собирали 1 мл целомической жидкости, содержащей целомоциты. Полученный объем делили на 10 равных частей и помещали в ячейки 96-луночного планшета для культур клеток, в которые также добавляли стерильную смесь морской и дистиллированной воды так, чтобы соленость среды в ячейках находилась в интервале от 7.5 до 30‰ с шагом в 2.5‰. Время экспозиции клеток в соответствующей солености составило 2, 4, 6, 8, 10, 12 и 24 ч. Раствор МТТ (0.3 мг/мл) добавляли за 1 ч 30 мин до окончания тестирования. Для всех полученных проб вычисляли индекс МАк (отношение оптической плотности конкретной ячейки к значению средней оптической плотности контрольной серии, полученной для соответствующей солености акклиматизации).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменение индекса оптической плотности восстановленного клетками тетразола зависит от солености и хорошо описывается синусоидой ( $r = 0.96-0.99$ ). При уменьшении значения тестовой солености сначала происходит достоверное увеличение метаболической активности клеток ( $p < 0.05$ ) и затем также достоверное ее снижение. Значение максимальной метаболической активности клеток изменяется в зависимости от изменения солености акклиматизации: 10‰ для значения солености акклиматизации 20‰, 12.5‰ для 25‰ и 15 ‰ для 30‰. При увеличении значений тестовой солености достоверных изменений индекса не происходит ( $p > 0.05$ ).

Ранее было показано (Саранчева, Луканин, 1989), что в первые часы после перемещения беломорской морской звезды *A. rubens* в пониженную соленость (14–16‰) интенсивность потребления кислорода падает почти до нуля, но адаптация звезд к повышенной (по сравнению с исходной) солености вызывала увеличение потребления кислорода уже в течение первого часа. Наши данные показали иную динамику: при снижении солености документировано увеличение МАк целомоцитов, а при повышении солености соответствующего увеличения или снижения метаболической активности не происходит. Полученные данные иллюстрируют существенную разницу в векторе реакции МАк отдельных тканей и целого организма.

В целом МТТ-тест показал высокую чувствительность и удобство применения при оценке индексов МАк тканей и клеток морских беспозвоночных животных. Он может быть рекомендован для экспериментальных исследований в физиологии и экологической токсикологии.

## **СОПКАРГИНСКИЙ МАМОНТ: ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОНАТОВ**

**Ю.В. Стариков, Е.А. Петрова**

7 декабря 2015 г. в Зоологическом музее ЗИН РАН была завершена работа по созданию комплекса музейных экспонатов – «Сопкаргинский мамонт». Событие неординарное: впервые в мире подобные работы проводили более ста лет назад (тоже в нашем музее) при изготовлении чучела Березовского мамонта.

28 августа 2012 г. труп молодого мамонта был обнаружен на Таймыре в устье р. Енисей на мысе «Сопочная карга». Его нашел долганский школьник Женя Салиндер; по месту находки и в честь первооткрывателя мамонт получил двойное название – «Сопкаргинский мамонт» или мамонт «Женя». Раскопки были проведены в первой половине сентября 2012 г. Тело мамонта располагалось в стенке обрыва и лежало на правом боку. Исследование находки позволило выяснить, что шкура и мягкие ткани частично сохранились только на правой стороне туловища, черепа, передних конечностей и стопах задних конечностей (Машенко и др., 2014). В полости тела найден фрагмент предсердия (60 × 89 мм) и небольшая часть печени. Кроме этого, сохранился половой орган, что позволило с уверенностью говорить о том, что найденное животное – самец. Индивидуальный возраст животного оценивается в пределах от 13 до 16 лет. Судя по состоянию костей скелета, оно еще не достигло своих максимальных размеров. Высота тела в области холки составляла около 235 см. У исследуемой особи был развит только правый постоянный бивень, при этом альвеола левого не сформировалась, и лицевой отдел черепа приобрел асимметричность. По АМС датировкам Сопкаргинский мамонт жил примерно 38–45 тыс. лет назад (Maschenko et al., 2014). С места раскопок в начале октября 2012 г. материал был доставлен в г. Дудинка, а затем при содействии МЧС России в апреле 2013 г. отправлен в Санкт-Петербург.

В лаборатории экспериментальной таксидермии музея ЗИН РАН работу с остатками туши Сопкаргинского мамонта проводили в несколько этапов в течение 2,5 лет. На первом этапе, после разморозки и

удаления грунта, были извлечены и отпрепарированы кости, проведена первичная обработка и консервация сохранившихся фрагментов шкуры туловища, головы и 4 конечностей. В 70% спирте были зафиксированы мягкие ткани, проведена пробная полная выделка образцов шкуры и мышечных тканей.

В 2015 г. в процессе изготовления чучела с оригиналов были сняты гипсовые формы: череп, правая нога, 3 стопы. По ним отлиты копии из пенополиуретана. На основе выкладки костей скелета и отлитым копиям были сделаны лекала для будущей скульптуры. Пенопластовую скульптуру оклеили выделанной шкурой. Недостающие участки были восполнены фрагментами мышечной ткани и вклейками папье-маше. В итоге была изготовлена разборная правая половина чучела, удобная для транспортировки.

Отдельная работа была проведена с костями скелета, т.к. некоторые из них были утрачены, а многие имели повреждения. Особенно сильно был разрушен череп, деформированы ребра. После отмывки и просушки кости для укрепления дважды пропитывали спиртовым раствором клея поливинил-бутираль (ПВБ) с повышением концентрации. Ранее ПВБ для таких целей в ЗИН РАН не применяли. Реставрацию костей проводили с помощью полиэфирной шпаклевки и компаунда Aroхie Sculpt. Были восстановлены череп, нижняя челюсть, 28 позвонков, 20 ребер, 2 лопатки, таз, кости передних и задних конечностей. Деформацию ребер устраняли повторным размачиванием в воде с фиксацией шпагатом на выгнутых обрезках металлопластиковых водопроводных труб. После сушки ребра с бандажами пропитывали ПВБ и повторно сушили. В результате ребро приобретало естественную форму. Из полиэфирной шпаклевки изготовлены копии левой скуловой дуги, малой берцовой кости, 2 фаланги передних конечностей, 12 хвостовых позвонков, 1 бивень. Скелет собран по новой технологии: разборный скелет с элементами мягких тканей смонтирован на подвижном подиуме. Стоит он из 10 отдельных блоков; основная часть крепежа скрыта, что значительно улучшает внешний вид экспоната и облегчает монтажные работы при организации передвижных выставок. Проведены тонировки восстановленных фрагментов скелета и чучела так, чтобы искусственные части незначительно отличались от натуральных.

Из мягких тканей методом мумифицирования изготовлены сухие анатомические препараты: промежность с половым членом и анальным отверстием, фрагмент жирового горба, части межреберных мышц (со следами ребер правой стороны тела) и перикарда, 5 хрящевых межпозвоночных дисков, скелет с мышцами на передней правой ноге и на трех

ступнях остальных ног, грудина с элементами мышц и прилегающих к ней реберных хрящей, хрящи лобкового симфиза, блок шейных позвонков с остатками мышечных тканей. Также изготовлены препараты подъязычной кости и закладок правого и левого верхних зубов. Большая часть этих экспонатов из фрагментов тела мамонта изготовлена впервые.

Экспедицию по раскопкам и проект по консервации останков Сопкаргинского мамонта возглавлял и координировал заведующий Зоологическим музеем А.Н. Тихонов. Таксидермические работы выполнены под руководством старшего таксидермиста, реставратора высшей квалификации Ю.В. Старикова (ЗИН РАН) при участии научного сотрудника ЗИН РАН к.б.н. Е.А. Петровой, художника-реставратора Л.Н. Курта (Детская школа искусств им. М.И. Глинки, СПб.), реставратора по коже Л.Г. Стариковой (Музей истории города СПб.), таксидермистов ЗИН РАН – Д.В. Дедова, А.А. Григорьева и А.Г. Весёлкина.

В январе 2016 г. комплекс музейных экспонатов «Сопкаргинский мамонт» был окончательно смонтирован в экспозиции «Мамонты возвращаются» Таймырского краеведческого музея (г. Дудинка), который и был заказчиком всех этих работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке администрации Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района и Российской академии наук (Зоологический институт РАН, Палеонтологический институт РАН).

## **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОФИУР В МОРЯХ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**

**Е.А. Стратаненко**

Фауна морей российской Арктики – Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского – изучается уже на протяжении более ста лет. Тем не менее четких представлений о закономерностях распределения отдельных ее крупных таксонов до сих пор нет, не является исключением и класс офиур.

Накопленный большой объём данных и отсутствие обобщающих результатов по экспедициям, выполненным в начале прошлого века, создает ряд сложностей для выявления видового состава и особенностей распределения представителей Ophiuroidea в исследуемых морях.

Из анализа архивных материалов лаборатории морских исследований ЗИН РАН, коллекционного каталога офиур (порядка 3000 записей) и литературных данных следует, что в морях Российской Арктики обитают два отряда из класса Ophiuroidea (Ophiurida и Euryalida). Наиболее разнообразно представлен отряд Ophiurida – 5 семейств, 12 родов и

17 видов, причем наибольшее количество видов отмечено в семействе Orphiuridae (8 видов). Отряд Euryalida представлен лишь одним семейством и родом, в котором всего два вида – *Gorgonocephalus arcticus* и *G. lamarckii*. Всего в исследуемых морях отмечено 19 видов офиур.

Представители класса Orphiogoidea встречаются во всех морях без исключения, но основная масса зарегистрированных находок приходится на географические области между 70°–80° северной широты и 25°–70° восточной долготы, причем более половины – на Баренцево море. Общее распределение офиур носит мозаичный характер, но в целом характеризуется невысокой плотностью. Лишь в отдельных районах Баренцева моря (прибрежье Мурмана) она превышает 40 находок на 1000 км<sup>2</sup>.

Картографический анализ распределения представителей различных семейств в исследуемых морях показал, что наиболее обычны в Российской Арктике представители семейства Orphiuridae. Семейство Orphiacanthidae обнаружено везде, кроме Чукотского моря. Находки офиур семейства Gorgonocerphalidae были сделаны во всех морях, но с меньшей плотностью, чем для предыдущих двух семейств, особенно в восточном секторе Арктики. Сходная картина характерна для семейства Orphiacthidae, причем наибольшее количество находок сосредоточено в Баренцевом и Белом морях. Семейство Orphiomuxidae обнаружено в основном в западном секторе Арктики. Наименьшее количество находок характерно для семейства Amphiuroidae, хотя его виды отмечены во всех морях, за исключением Белого и Восточно-Сибирского.

Зоогеографический состав населения офиур в морях Российской Арктики по предварительным данным следующий: 1 вид – бореальный, 15 – бореально-арктические (как атлантические, так и тихоокеанские), 3 вида – арктические.

Результаты выполненной работы показывают, что наибольшее видовое разнообразие офиур наблюдается в Баренцевом и Карском морях, однако максимальное таксономическое разнообразие этой группы свойственно для Восточно-Сибирского, Чукотского и Белого морей. Анализ фрактальности таксономической структуры локальных фаун (Голиков, 1976; Burlando, 1990; Поздняков, 2005) по степенному уравнению характеризует фауны офиур Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей как наименее изученные.

## ФОРМИРОВАНИЕ ФАУНЫ И ОХРАНА МУРАВЬИНЫХ ЛЬВОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ДАГЕСТАНСКИЙ»

Г.Н. Хабиев<sup>1</sup>, В.А. Кривохатский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дагестанский НЦ РАН, Махачкала;

<sup>2</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

Заповедник «Дагестанский» состоит из участков «Сарыкумские барханы» и «Кизлярский залив» и заказников «Аграханский», «Самурский» и «Тляратинский», представляющих все природное разнообразие Дагестана. На территории «Сарыкумских барханов» встречаются такие ландшафты, как полупустыня, лес, луг, степь. В высокогорном Тляратинском заказнике обычны лиственные, хвойные и смешанные леса, а заказник Самурский, расположенный на берегу Каспийского моря, включает в себя часть реликтового лианового леса.

На территории республики Дагестан контактируют три элементарные фауны муравьиных львов из описанных в Палеарктике (Кривохатский, 1998; Кривохатский, Емельянов, 2000). В Тляратинском заказнике распространены виды, относящиеся к центральноевропейской фауне. С юга в Самурский заказник, и с севера по Прикаспию до самого бархана Сарыкум проникает туранская фауна, в северные же районы по интерзональным степным элементам – представители восточноевропейской фауны. Тем не менее все ближайшие фаунистические центры лежат за пределами России.

Благодаря проникновению в Дагестан субтропической зоны из Закавказья здесь сформировалась северная граница распространения яркого ширококрылого древнесредиземноморского муравьиного льва *Palpares libelluloides* (L.). Прослежены вероятные пути проникновения на территорию Дагестана с образованием устойчивых локальных популяций в четвертичное время видов *Neuroleon lukhtanovi* Kriv., *Lopezus fedtschenkoi* (McL.), а для сарыкумской популяции *Macromurmus bilineatus* (Br.) показана донорская роль в современном восстановлении поволжской части ареала вида, уничтоженной в советский период освоения целины.

Фауна муравьиных львов Дагестана на сегодняшний день включает 22 вида из известных на территории России 37 видов. Песчаный массив Сарыкума послужил идеальным местом обитания для 14 видов муравьиных львов.

В коллективной монографии «Редкие беспозвоночные животные заповедника «Дагестанский» (Ильина и др., 2014) 6 видов мирмелеонто-

идных сетчатокрылых предложены для включения в республиканскую Красную книгу. Для сравнения в Красные книги Республики Крым и Краснодарского края вошли, соответственно, 4 и 5 видов мирмелеонтоидов.

Из активных действий по охране мирмелеонтоидных сетчатокрылых, кроме предпринятых шагов по их охране в системе краснокнижных мероприятий и на территориях существующих ООПТ, прорабатывается система мероприятий по специальной охране комплекса видов муравьиных львов [*Creoleon plumbeus* (Oliver, 1811), *Euroleon nostras* (Fourcr.), *Myrmeleon inconspicuus* (Rb.), *Myrmecaelurus trigrammus* (Pall.), *Lopezus fedtschenkoï* (Mcl.) и *Nohoveus zigan* (Asp., Asp., Hz.), *Acanthaclisis occitanica* (Vill.)] на особой природоохранной территории о. Тюлений в Каспийском море.



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н.И. Абрамсон, Т.В. Петрова.</i> Ревизия систематики, номенклатуры и распространения настоящих леммингов в восточном секторе Палеарктики на основе генетического анализа музейных экземпляров. . . . .	3
<i>Н.В. Аладин, В.И. Гонтарь, Л.В. Жакова, И.С. Плотников, А.О. Смуров.</i> Что нужно сделать для сохранения биоразнообразия и биологических ресурсов Аральского моря. . . . .	5
<i>Н.В. Аладин, Д. Кайзер, И.С. Плотников, А.О. Смуров.</i> Некоторые новые данные об осморегуляторных способностях и солёностных адаптациях ракушковых и жаброногих ракообразных. . . . .	7
<i>Н.Б. Ананьева, Л.Л. Войта, М.Г. Волкович, А.А. Голиков, М.Б. Дианов, С.Г. Медведев, Е.А.Петрова, С.Ю. Синев, И.С. Смирнов, Р.В. Смирнов, Е.В. Сыромятникова, Р.Г. Халиков, А.В. Халин, А.Н. Шумеев.</i> Фондовые коллекции Зоологического института РАН как информационный ресурс для изучения биоразнообразия животных. . . . .	9
<i>К.В. Большаков, В.Н. Булюк.</i> Звуковая сигнализация воробьиных птиц в период миграции: сравнение спектрограмм ночных и дневных сигналов у певчего дрозда ( <i>Turdus philomelos</i> ). . . . .	11
<i>Е.П. Воронина.</i> Камбалы Вьетнама в коллекции Зоологического института РАН. . . . .	12
<i>В.И. Гонтарь.</i> Донная фауна и экология мшанок моря Лаптевых. . . . .	13
<i>Е.А. Держинский.</i> Эколого-фаунистический обзор совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) Беларуси. . . . .	15
<i>Е.В. Дубинина, [А.Н. Алексеев] А.Я. Никитин, И.М. Морозов, Е.С. Светашова.</i> Исследование влияния накопления тяжелых металлов в организме клещей <i>Ixodes persulcatus</i> на эпидемиологию клещевого энцефалита. . . . .	17
<i>О.В. Жеребцова, А.А. Панюткина, В.В. Платонов.</i> Сравнительный анализ прыжков скальных гистрикоморф. . . . .	19
<i>О.В. Зайцева.</i> Обонятельная и зрительная системы в фило- и онтогенезе брюхоногих моллюсков. . . . .	20
<i>О.В. Кукушкин, И.В. Доронин.</i> Анализ ареалов земноводных и пресмыкающихся Крыма с применением ГИС. . . . .	22
<i>К.Е. Николаев, И.А. Левакин, К.В. Галактионов.</i> Влияние плотности поселения хозяина на заражение паразитами: анализ модели «личинки трематод – вторые промежуточные хозяева». . . . .	23
<i>К.Е. Николаев, В.В. Прокофьев, И.А. Левакин, К.В. Галактионов.</i> Особенности вертикального распределения в толще воды церкарий двух видов трематод (экспериментальное и полевое исследования). . . . .	25
<i>А.Н. Овчинников, С.Я. Резник, М.Ю. Долговская, Н.А. Белякова.</i> Влияние длины дня на скорость преимагинального развития, на размер и вес отродившихся имаго божьей коровки <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae). . . . .	26
	41

<i>А.Ю. Рысс, А.А. Петров.</i> Конфокальная микроскопия как метод исследования важнейших признаков ксилобионтных нематод . . . . .	27
<i>А.Ю. Рысс.</i> Эксперименты по гипотезе коэволюции в системе «паразит–хозяин»: нематоды и деревья . . . . .	29
<i>И.С. Смирнов, А.В. Смирнов, С.Ю. Синев.</i> Александр Михайлович Дьяконов (1886–1956) – зоолог, энтомолог, основатель отделения иглокожих Зоологического института РАН . . . . .	30
<i>А.О. Смуров, А.Ю. Комендантов, А. М. Горбушин.</i> Опыт использования МТТ-реакции целооцитов <i>A. rubens</i> для изучения акклимации тканей к изменению солености среды . . . . .	33
<i>Ю.В. Стариков, Е.А. Петрова.</i> Сопкаргинский мамонт: изготовление комплекса музейных экспонатов . . . . .	35
<i>Е.А. Стратаненко.</i> Видовое разнообразие и распределение офиур в морях российской Арктики. . . . .	37
<i>Г.Н. Хабиев, В.А. Кривохатский.</i> Формирование фауны и охрана муравьиных львов федерального заповедника «Дагестанский» . . . . .	39

Составитель *М.К. Станюкович*  
Редактор *Т.А. Асанович*  
Компьютерная верстка *Т.В. Дольник*

---

Подписано в печать 28.03.16. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Объем 2.35 п. л. Тираж 100 экз.

---

Зоологический институт РАН, 199034, СПб., Университетская наб., 1