

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук Жуковой Светланы Сергеевны на тему: «Систематика и филогенетические взаимоотношения настоящих нетопырей и родственных таксонов (Pipistrellini, Vespertilionidae, Chiroptera)» по специальности 1.5.12. Зоология

Актуальность темы. Рукокрылые (отряд Chiroptera) – группа млекопитающих, которые характеризуются целым комплексом адаптаций к активному полёту. Это второй по числу видов отряд млекопитающих после грызунов. Тема диссертации представляется весьма актуальной, поскольку в сложном для филогенетического анализа отряде рукокрылых выбранное в качестве объекта семейство – одна из наиболее дискуссионных в таксономическом отношении групп. Система и статус мелких короткомордых представителей сем. Гладконосых летучих мышей (Vespertilionidae) неоднократно подвергалась пересмотру. Однако необходимость новой ревизии этой группы рукокрылых, ядром которой являются собственно нетопыри р. *Pipistrellus* в его современной трактовке и их ближайшие родственники из трибы Pipistrellini, очевидна. Рассматриваемая группа характеризуется невыраженностью морфологических различий и, вследствие этого, низкой эффективностью использования традиционных признаков фенотипа для реконструкции их эволюционных взаимоотношений. Наряду со скудной палеонтологической летописью всё это требует привлечения целого комплекса современных данных, и в первую очередь молекулярно-генетических, которые в последние десятилетия признаны наиболее эффективным методом реконструкции филогенетических взаимоотношений. Актуальность работе придает и факт существенной роли нетопырей и других рукокрылых в природных экосистемах и в агроценозах как истребителей летающих насекомых, учитывая и тот факт, что нетопыри одни из наиболее толерантных в синантропным условиям представители рукокрылых. Также широко обсуждается в настоящее время эпидемиологическое значение рукокрылых как резервуаров и переносчиков возбудителей зоонозных паразитарных

заболеваний и инфекций бактериальной и вирусной этиологии. Очевидно, что предлагаемые в данной диссертации интегративные подходы существенно расширяют существующие представления об эволюционной истории и филогении трибы Pipistrellini, при этом характеризующейся ограниченной применимостью морфологических критериев разграничения видов и слабой эффективностью использования традиционных признаков фенотипа для реконструкции их эволюционных взаимоотношений.

Поставленные задачи адекватны для достижения цели работы – уточнения филогенетических связей и границ таксонов Pipistrellini.

Научная новизна исследования обеспечивается включением впервые в мировой практике расширенного набора таксонов, комбинации морфолого-анатомических и молекулярно-генетических методов, ранее в таком сочетании системно не применявшихся, что позволило получить целый ряд оригинальных результатов, имеющих отличный потенциал цитирования и мировой научной литературе.

Работа хорошо структурирована, построена по традиционному плану, содержит разделы: Введение (1.1–1.13), Обзор литературы (2.1–2.3 с подразделами), Материалы и методы (3.1–3.2 с подразделами), Результаты (раздел 4.1, подразделы 4.1.1–4.1.7), Обсуждение (5.1-5.11), Заключение, Выводы, Благодарности, Список литературы, включающий 279 источников, из них 267 – на иностранных языках, а также Приложения, в которые вынесены классификация трибы Pipistrellini, объёмные таблицы и некоторые рисунки, касающиеся морфологического и молекулярно-филогенетического анализа. Работа изложена на 230 страницах (157 страниц основного текста без списка литературы и Приложений) и включает 24 таблицы (7 в основном тексте) и 34 рисунка (26 в основном тексте).

Во Введении изложены актуальность, степень разработанности темы, цели и задачи работы, научная новизна, теоретическое и практическое значение, методология и методы исследования, положения, выносимые на

защиту, личный вклад автора, степень достоверности результатов, апробация работы, публикации, структура и объём диссертации.

Обзор литературы разбит на три организованных по хронологическому принципу блока, посвященных анализу взглядов на таксономию и филогению нетопырей: 2.1 до 1980-х гг., 2.2 до начала третьего тысячелетия и 2.3 в XXI веке. Внедрение новых методов приводило к многократному пересмотру системы, на последнем этапе ведущую роль играли молекулярные данные. В то же время автор констатирует необходимость интегративного подхода, которые позволил бы обобщить новые и ранее полученные данные и привести к построению естественной системы. Обзор литературы информативен и логически хорошо построен, включены все необходимые литературные источники, они тщательно проанализированы, результирующие сведения компактно и доступно изложены.

Раздел Материал и методы изложен достаточно детально для понимания и, в случае необходимости, воспроизведения методов. Автор описывает сбор материала, этапы различных лабораторных, статистических и филогенетических процедур, применённых для анализа ДНК, а также морфолого-анатомический анализ. Материал репрезентативен для решения поставленных задач, морфологический анализ основан на понимании важности тех или иных признаков. ДНК-маркеры выбраны в соответствии с задачами исследования и доступностью сиквенсов в геномных базах данных для сравнения, основаны на секвенировании и анализе изменчивости двух митохондриальных и четырёх ядерных генов, последовательности последних также были конкатенированы для некоторых видов филогенетического анализа. Следует отметить, что целый ряд использованных в работе праймеров был разработан самим автором (Табл. П10).

Результаты работы оригинальны и существенно уточняют взгляды на эволюционные процессы в исследуемой группе рукокрылых. Показано принципиальное соответствие топологии филогенетических деревьев по данным об изменчивости ядерных и митохондриальных генов. Подтверждается монофилия трибы *Pipistrellini* в составе родов *Nyctalus*,

Pipistrellus, *Scotoecus*, *Vansonia* и *Glischropus*. Автор обосновывает необходимость выделения «восточных» нетопырей из *Pipistrellus* в отдельный род *Alionoctula* и кластеризацию видов внутри этого нового рода, а также выделение *P. nathusii* в отдельный подрод *Nannugo*.

Даны оценки последовательности и времени событий дивергенции пипистреллин от наиболее древних среднемиоценовых (*Scotoecus*) и позднемиоценовых (*Vansonia*) до плиоценовых и плейстоценовых, когда происходила основная видовая радиация. Проведено сравнение уровней дивергенции нетопырей по морфологическим и молекулярно-генетическим данным.

Отдельно следует отметить получение полного митогенома *Glischropus bucephalus*, а также описание его организации и характеристик.

Весьма интересно и содержательно описание эволюционных тенденций в трибе *Pipistrellini*. При этом на фоне выраженного однообразия морфологии подавляющего большинства представителей эволюционных линий, даже не близкородственных, выделяются вечерницы (*Nyctalus*), имеющие укороченный череп, редуцированный верхний малый предкоренной зуб, удлинённые пальцы передней конечности и другие особенности. Интересны и факты быстрой конвергентной эволюции в форму, подобную вечерницам, у «восточных» нетопырей (*Alionoctula*). Кроме того, специализация описана у *Glischropus*, что связано, по мнению автора, с обитанием среди гигантских бамбуков. Постулируется также наличие криптических и «спорных» видов в рр. *Pipistrellus* и *Alionoctula*.

Выводы и положения, выносимые на защиту, полностью вытекают из результатов диссертационной работы и их анализа, что делает их обоснованными. Достоверность полученных результатов обеспечивается привлечением в качестве анализируемого самим диссертантом в основном биоматериала из музейных коллекций с открытым доступом, а также депонирование собственных данных в GenBank NCBI и привлечение последовательностей ДНК из геномных баз данных. Достоверность также обеспечена использованием тщательно отобранных ядерных и

митохондриальных генных маркеров, аккуратностью филогенетического анализа с применением современных компьютерных программ, подробным аналитическим освещением литературных данных и встраиванием собственных результатов и комплекс имеющихся знаний по проблеме. Всё это позволило получить научно обоснованные надёжные результаты, являющиеся на современном уровне основой ревизии таксономической системы исследуемой группы.

Работа написана добротным научным языком, практически не содержит ошибок и опечаток, аккуратно и детально иллюстрирована, рисунки и таблицы информативны и визуально легко воспринимаются.

Теоретическая и практическая значимость работы несомненна. Таксономическая ревизия сложной в филогенетическом отношении группы является крупным вкладом в систематику группы, в зоологию и эволюционную биологию в целом. Работа имеет очевидные практические применения при составлении локальных, региональных и глобальных списков биоты, планировании природоохранных мероприятий. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы и в образовательном процессе при подготовке студентов и повышении квалификации специалистов по зоологии, эволюционной биологии, генетике и другим специальностям.

Публикации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 4 статьях в рецензируемых научных журналах, из которых две в высокорейтинговом журнале Diversity (Basel) – WoS Q2 IF=2.3 (5 лет), JCR Q1 H-Index=70, одна в Докладах Академии наук. Науки о жизни = Doklady Biological Sciences JCR Q3, H-Index=22 и одна в Rus. J. Theriol. JCR Q2 H-Index=15. Все журналы из Белого списка / перечня ВАК.

Результаты работы представлены на пяти научных конференциях высокого уровня, включая международные, апробирована на семинарах и специальном заседании кафедры зоологии позвоночных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Замечания. Хотелось бы получить ответы на некоторые вопросы, слабо освещённые в диссертации при обсуждении результатов. В большинстве групп животных молекулярные исследования открывают феномен широкого распространения межвидовой гибридизации и интрогрессии. В работе при анализе собственных результатов подобные факты достоверно не выявлены, вероятность ретикулярных сценариев эволюции почти не обсуждается, за исключением р. *Scotozous* и пары *Ailonoctula ceylonicus* x *A. javanicus* (в процентном отношении к общему числу таксонов крайне мало в сравнении с подобными сценариями, обычными для большинства позвоночных). Если рукокрылые, и, в частности, *Pipistrellini*, являются в этом смысле исключением, то по какой причине?

Хотелось бы также услышать более глубокое обсуждение вопроса почему группой, наиболее богатой видами, оказалось среди рукокрылых в целом малоспециализированное сем. *Vespertilionidae* и его ядро – триба *Pipistrellini*. То есть почему архетип такой генерализованной формы оказался настолько адаптивным, что так устойчиво воспроизводится с миоцена-плиоцена и остаётся таким массовым.

В некоторых случаях транслитерация иностранных фамилий в тексте диссертации неверна. Так, фамилия прибалтийского немца, зоолога XIX века из Прибалтики Alexander von Keyserling транслитерируется не как «вон Кейзерлинг» (с. 18), а как фон Кайзерлинг (хотя русифицированное Кейзерлинг из XIX века распространилось широко).

В работе практически отсутствуют орфографические и синтаксические ошибки и опечатки. Исключением является незнакомое рецензенту и сетевому поиску в интернет-браузерах слово «афротопики», написанное со строчной первой буквы (Вывод 5), скорее всего имеются в виду «Афротропики», и тогда это опечатка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.12 - зоология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным п.п. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова». Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова». Таким образом, соискатель Жукова Светлана Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.12 - зоология.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук,
главный научный сотрудник, заведующий лабораторией
популяционной генетики им. академика Ю.П. Алтухова
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук
Политов Дмитрий Владиславович

06 мая 2026 г.

Контактные данные: тел.: -

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 1.5.7 (03.02.07) – Генетика

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ГСП-1, ул. Губкина, д. 3, ИОГен РАН,
Тел.: +7 499 135-5067; e-mail: iogen@vigg.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова

Российской академии наук

Д.В. Политова удостоверяю:

Заместитель директора

по научной работе, к.х.н.

Н.Б. Пестов

___ мая 2026 г.