

Отзыв официального оппонента  
на диссертацию Распоповой Александры Андреевны на тему «Эволюционная история видовой группы *Sorex araneus* s.l. и филогеография *S. araneus* s.str.», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.12 Зоология

#### **Актуальность темы исследования.**

Реконструкция эволюционной истории вида или, как в данном случае, видовой группы *Sorex araneus* s.l., – это основа для разработки естественной системы и для понимания механизмов видообразования. Проблема соотношения скорости и особенностей эволюции ядерной и митохондриальной ДНК обсуждается несколько десятилетий, как правило, с акцентом на нейтральности и адаптивности изменений. Гораздо реже анализируются темпы и значение хромосомных изменений в сравнении с ДНК. Лишь в последние годы приходит понимание того, что число хромосом, сравнительно простой в определении признак, маскирует более существенную, чем количество синтетических групп, изменчивость, что важно, но не отражает и малой доли последствий реорганизации генома, происходящей при хромосомных перестройках. Несомненно, на первом месте в случае хромосомных перестроек оказывается изменение рекомбинационного ландшафта аутосом, включая локусы и частоты рекомбинации, а также нарушение синапсиса половых хромосом. Менее явными оказываются многочисленные небольшие нарушения синапсиса аутосом и некоторые изменения длительности стадий профазы мейоза I, что более отчетливо проявляется у гибридов разнохромосомных форм. Актуальность для современной зоологии и эволюционной биологии диссертационного исследования А.А. Распоповой заключается не только в том, что реконструируются филогенетические связи одного из видовых комплексов сложной группы Eulipotyphla, но и в том, что предпринята попытка соотносить скорости эволюции митохондриальной и ядерной ДНК, изменений кариотипа, а также проанализировать закономерности эволюции

разных компонентов генома. Таким образом, актуальность исследования не подлежит сомнению.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений диссертационной работы.** Большой объем выборки (основной собственный материал - 544 образца буроzubок из 120 локалитетов, а также выборки из общедоступных баз данных), применение разных методов анализа изменчивости митохондриальной и ядерной ДНК (секвенирование по Сэнгеру и ddRADseq), использование специализированных программ для анализа хроматограмм и обработки данных секвенирования (Chromas, SeqMan, Bioedit, Stacks, bowtie2, vcftools), разнообразие использованных методик статистической обработки результатов (R: adegenet, AMOVA SAMOVA и др.), различных программ генетического анализа и методов филогенетических реконструкций (Arlequin, R: hierfstat, IQ-TREE, MrBayes, BEAST/StarBEAST, ASTRAL, PAUP\*VER.4., сети PhyloNetworks, тесты ABBA|BABA и др.) позволяет говорить о достоверности полученных результатов и высокой квалификации диссертанта. Результаты исследования подтверждают все положения, выносимые на защиту, выводы соответствуют цели и задачам исследования. Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждаются и тем, что результаты были опубликованы в 5 статьях в рецензируемых профильных научных журналах высокого уровня и апробированы на многочисленных научных конференциях.

**Научная новизна и значимость исследования.** Представленная работа – целостное исследование эволюции генома сложной группы видов *Sorex araneus* s.l. Впервые достоверно показаны несоответствия филогенетических реконструкций для митохондриального и ядерного генома по нескольким маркерам (включая SNPs), особенности эволюции экзонов и интронов для 20 генов, независимая эволюция кариотипов для группы *Sorex araneus* s.l. и обоснован ретикулярный характер эволюции группы.

Большой интерес представляет вывод о значении гибридизации в эволюционной истории *Sorex araneus* s.l., как и то, что некоторые

противоречия между реконструкциями филогении по ядерным и митохондриальным маркерам могут объясняться именно событиями гибридизации, это одно из наиболее часто используемых объяснений для подобного рода несоответствий.

В выводах 5 и 6, не только формулируются новые для изученной группы обобщения, но подчеркиваются специфические проблемы, которые открывают направления исследований, интересные и для других видов. В целом, системное несоответствие паттернов данных по изменчивости митохондриального и ядерного геномов, а также в сравнении с эволюцией хромосомных наборов, подчеркивают необходимость дальнейшего углубленного изучения механизмов естественного отбора на уровне генома в целом.

#### **Оценка содержания диссертации, ее завершенности и оформления.**

**Структура диссертационной работы** классическая: Введение, пять глав, Заключение, Выводы, Список литературы (239 источников, из них 20 на русском и 219 – на английском языках) и Приложений (6 разделов, 96 страниц). Основной текст занимает 158 страниц, еще 96 – Приложения (9 разделов), таким образом, общий объем диссертации весьма велик - 254 страницы. Многочисленные рисунки и таблицы как в основном тексте, так и, особенно, в Приложениях, свидетельствуют о масштабности исследования и тщательной подготовке рукописи. Большой объем дополнительных материалов, представленных в Приложениях, является прекрасным дополнением к основному тексту, повышает вероятность воспроизводимости результатов и удобство использования данных в будущих исследованиях.

Глава 1. Обзор литературы. Обзор хорошо структурирован, достаточно полно отражает современный уровень знаний о группе *Sorex araneus* s.l., включая краткий палеонтологический очерк, описание хромосомной изменчивости и распространения форм, уровень представлений о молекулярно-генетической изменчивости в группе.

В Главе 2. Материалы и методы, в первых трех разделах подробно описан изученный материал и методики, в четвертом и пятом разделах дан блок методов, использованных при филогенетическом анализе группы *Sorex araneus* s.l., включая ретикулярные процессы и филогеографию, а в шестом – методы оценки времен дивергенции. Таким образом, с учетом Приложений 1 и 2, материал и методы описаны полно, благодаря чему результаты могут быть доступны для воспроизведения.

Результаты представлены в двух главах. Глава 3 посвящена группе *Sorex araneus* s.l., а Глава 4 - *Sorex araneus* s.str. Описание результатов насыщено рисунками и таблицами, включая размещенные в Приложениях 3-9, что делает анализ достаточно наглядным и убедительным.

Наибольший интерес вызывает Глава 5. Обсуждение, поскольку именно в этой главе диссертант показывает в полной мере высокий уровень квалификации при интерпретации сложных, иногда противоречивых данных. Заключение логично и отражает основную значимость диссертационного исследования.

В автореферате достаточно полно изложено основное содержание диссертации.

**Личный вклад автора.** Диссертационная работа является результатом длительных исследований, вклад автора, несомненно, является основным на всех этапах: А.А. Распопова принимала участие в сборе материала, его первичной обработке, включая выделение ДНК, подготовку образцов для секвенирования по Сэнгеру и ddRADseq, обработку хроматограмм, анализ изменчивости нуклеотидных последовательностей, филогенетический анализ, подготовку и написание статей.

**Замечания.** В тексте диссертации встречаются опечатки, но их относительно немного. Например, названия генов не везде выделены курсивом (*cytb* и *ND2*) с. 189, 190 и др.; с. 127 "в течении холодных периодов".

Для рисунка 4.22 сделана слишком краткая подпись в тексте диссертации, ему соответствует рис. 4 автореферата, в обоих случаях нет расшифровки обозначений хромосомных рас.

Встречаются в тексте стилистически неудачные выражения, например, с. 17 "Существуют данные, позволяющие морфологически ассоциировать некоторые ископаемые доледниковые находки с отдельными современными хромосомными расами".

с. 117 " Деревья, построенные на основе ядерных данных..."

Не совсем удачно написан раздел 4.6. Реконструкция предкового ареала. Текст чрезмерно краток, в подписи к рисункам нет полной расшифровки материала (гены, хромосомные расы), что крайне затрудняет оценку полученной реконструкции.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования Распоповой Александры Андреевны «Эволюционная история видовой группы *Sorex araneus* s.l. и филогеография *S. araneus* s.str.». Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, ее результаты имеют большое значение для зоологии и эволюционной биологии, вносят существенный вклад в решение проблемы несоответствия темпов эволюции ядерного и митохондриального геномов и особенной роли хромосомных перестроек в эволюции генома.

**Заключение.** 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 Распопова Александра Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.12 Зоология.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук,  
главный научный сотрудник  
лаборатории эволюции генома и  
механизмов видообразования  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Институт биологии развития  
им. Н.К. Кольцова РАН  
Баклушинская Ирина Юрьевна

05 мая 2026 г.

Контактные данные:

тел.: \_\_\_\_\_, e-mail \_\_\_\_\_

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:

03.00.15 (1.5.17) Генетика (биологические науки)

Адрес места работы:

119334, г. Москва, ул. Вавилова, д. 26

Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки

Институт биологии развития

им. Н.К. Кольцова РАН

лаборатория эволюции генома и механизмов  
видообразования

Тел.: +74991353322; e-mail:

Подпись г.н.с. ИБР РАН Баклушинской И.Ю.  
удостоверяю:

Ученый секретарь ИБР РАН,  
кандидат биологических наук, доцент

Хабарова Марина Юрьевна

05.05.2026