

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Кандидова Максима Валентиновича
на тему: «Историческая биогеография ключевых групп
покрытосеменных растений на примере семейств порядка вересковые
(Ericales) – синюховые (Polemoniaceae), фукьериевые (Fouquieriaceae) и
лецитисовые (Lecythidaceae s. l.)»
по специальности 1.6.12. Физическая география и биогеография,
география почв и геохимия ландшафтов**

Актуальность. Эволюционная биогеография – одно из классических биогеографических направлений. Эволюцию сосудистых растений невозможно рассматривать вне контекста геологических процессов и климатических изменений. Развитие современных молекулярно-генетических методов дало новый импульс развития эволюционной биогеографии, на страницах ведущей международной научной периодики активно публикуются исследования с синтезом филогеографии, палеонтологии и палеоклиматологии. В работе М.В. Кандидова рассмотрен актуальный вопрос эволюционной биогеографии покрытосеменных растений на примере трех семейств порядка вересковых. Этот вопрос является ключевым для понимания современных ареалов рассматриваемых групп. Основываясь на анализе калиброванного молекулярно-филогенетического дерева автор анализирует географические закономерности распространения анализируемых таксонов высших растений в историческом ключе.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложений. Материал изложен на 226 страницах текста, включает 3 таблицы и 118 рисунков, из них 76 – разработанные автором карты. Библиографический список включает 160 наименований, в том числе 148 – на иностранном языке.

В первой главе автор дает обзор систематики, биологии и географическом распространении изучаемых семейств. Эта глава обосновывает объект исследования и дает основу для дальнейшей интерпретации полученных результатов.

Вторая глава «Материалы и методы исследования» описывает все этапы проведенного исследования. В ней дано обоснование выбора видов для анализа, приведено пошаговое описание молекулярно-генетического метода, построения калиброванной кладограммы. Определены подходы к

определению гипотетического региона возникновения и треков расселения, описаны подходы к картографированию ареалов.

В главе 3 приведен анализ топологии полученных деревьев, рассмотрены полученные клады, описано, в какое геологическое время предположительно появились представители изучаемых семейств. В этой главе обосновывается первое защищаемой положение работы об эволюционных взаимоотношениях рассматриваемых таксонов.

Четвертая глава работы посвящена определению гипотетического региона возникновения и анализ треков расселения представителей исследуемых семейств. В этой главе автор проводит синтез полученных филогенетических данных, палеонтологических сведений, современного распространения и экологии рассматриваемых таксонов, особенностей их опыления и диссеминации. В главе обоснованы второе и третье положения, выносимые на защиту, о гипотетических регионах происхождения рассматриваемых таксонов и закономерностях формирования ареалов.

Новизна. В работе впервые совместно детально проанализированы три семейства порядка *Ericales* – *Lecythidaceae* s. l., *Fouquieriaceae* и *Polemoniaceae* – в составе 155 видов из 49 родов. Для этих таксонов впервые получены калиброванная кладограмма на основе синтеза палеонтологической информации. Впервые определен гипотетический регион возникновения предка трех представленных семейств и проанализированы закономерности расселения предков исследуемой группы в рамках единого исследования.

Оценка достоверности полученных результатов. Полученные результаты основываются на значительном объеме выборки (155 видов из 49 родов). В работе использован единый методологический подход, применен современный аппарат молекулярно-генетического анализа. Результаты исследования изложены в 5 печатных статьях, опубликованных в научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук.

Вопросы и замечания. Обращает на себя внимание вольность автора при работе с источниками литературы. Многие положения, которые автор описывает во введении к работе, не являются бесспорными и общепринятыми. Например, вторым предложением в работе мы видим: «Часто дизъюнкции указывают на большой с эволюционной точки зрения возраст группы». Однако ссылок на то, насколько такое явление часто встречается, автор не приводит. Таких мест, где явное не хватает ссылок на

источники в работе множество. Отметим, что автор не приводит ни одной ссылки во всем разделе «Актуальность темы исследования». В следующем разделе введения «Степень разработанности темы исследования» находим только четыре ссылки на литературу непосредственно по предмету исследования, все ссылки до 1989 года. Однако даже беглый поиск по библиографическим базам данных показывает, что исследования по филогеографии рассматриваемых семейств этими работами явно не ограничивается¹, существует ряд неучтенных в работе исследований, которые опубликованы в последние десятилетия в ведущих международных журналах (Molecular Phylogenetics and Evolution, Systematic Botany, American Journal of Botany, Molecular Ecology, Journal of Biogeography и др.).

Сравнительно бедна ссылками на источники глава 1 «Из истории изучения семейств *Polemoniaceae*, *Fouquieriaceae* и *Lecythidaceae* s. l.». Здесь, к примеру, автор приводит число видов для тех или иных работ без ссылок на монографические исследования или базы данных ботанической номенклатуры. Можно лишь догадываться, что эта информация взята из базы данных «Plants Of the World Online». В списке литературы библиографическая ссылка для этого источника отсутствует. Описывая факты о биологии и распространении анализируемых видов автор нередко забывает указать использованные литературные источники. К примеру, на странице 39 видим: «Так, некоторые виды рода *Barringtonia* (в частности *B. racemosa* (L.) Spreng. И *B. acutangula* (L.) Gaertn.) имеют достаточно крупные, но не плотные, плавучие плоды, которые, судя по имеющимся данным, разносятся океаническими течениями, что объясняет достаточно широкий ареал рода». Откуда взята эта информация?

Пространные рассуждения без ссылок на источники приводятся и в главе «Материалы и методы». Так, в разделе 2.2 «Молекулярно-генетический метод» общим объемом 5.5 страниц первая ссылка на литературу появляется

¹ Как минимум косвенно упомянутые в работе вопросы рассмотрены в следующих статьях: Mori, S.A., E.A. Kiernan, N.P. Smith, L.M. Kelley, Y-Y. Huang, G.T. Prance & B. Thiers. 2016. Observations on the phytogeography of the Lecythidaceae clade (Brazil nut family). *Phytoneuron* 2017-30: 1–85. Published 28 April 2017. ISSN 2153 733X; Soto-Trejo, F., Magallón, S., De-Nova, J. A., Dávila, P., Sánchez-González, L. A., & Oyama, K. (2022). The evolutionary history of Fouquieriaceae (Ericales): biogeography, growth habit, habitat colonization, and chromosome evolution. *Plant Systematics and Evolution*, 308(5), 35; De-Nova, J. A., Aguirre-Liguori, J. A., & Eguiarte, L. E. (2020). How did Fouquieria come to the Chihuahuan Desert? Phylogenetic and phylogeographic studies of Fouquieria shrevei and F. splendens and the role of vicariance, selection, and genetic drift. In *Plant Diversity and Ecology in the Chihuahuan Desert: Emphasis on the Cuatro Ciénegas Basin* (pp. 95–107). Cham: Springer International Publishing.; Johnson, L. A., & Porter, J. M. (2017). Fates of angiosperm species following long-distance dispersal: Examples from American amphitropical Polemoniaceae. *American Journal of Botany*, 104(11), 1729–1744.

только через 2.5 страницы текста. В этом разделе никак не обосновывается выбор использованных маркеров. Вопросы, почему взяты именно эти маркеры, как именно анализируемые маркеры соотносятся с другими исследованиями рассматриваемой группе не освещены в работе.

Глава 3, являясь одной из двух содержательных глав работы, вовсе не содержит ссылок на литературные источники. К примеру, без ссылок на источники остаются факты о палеонтологических находках (стр. 109, первый абзац). Описывая основные результаты – кладограммы, автор не приводит в этой главе обсуждение полученных результатов. Отметим, что исследования, в которых описываются как филогенетические взаимоотношения, так и возраст дивергенции, однако существуют, но не учтены в диссертации. Обсуждая кладу *Giliastrum*, автор приводит оценки дивергенции всей клады в 45,6 млн. лет, а базального вида *G. foetidum* в 32,2 млн. лет. При этом, в литературе приводятся иные оценки дивергенции клады в 14,5 млн. лет². Для клады *Ipomopsis*—*Bryantiella* в литературе описывается более ранний, чем приводится в исследовании, возраст дивергенции, приблизительно в 60 млн. лет против 22.8 млн. лет³. Существуют, но не обсуждены в работе, оценки времени дивергенции по родам *Polemonium*^{4 5}, *Linanthus*^{6 7}. При этом, время дивергенции в публикациях и диссертации значительно отличаются, для рода *Linanthus*, например, в два раза: 22,2 млн лет в диссертации и 11 млн. лет в статье Bell et al., 2000.

В главе 4, в которой автор приводит синтез полученных данных о дивергенции групп с современным распространением таксонов, также практически не приводится обсуждение полученных результатов на основании современных исследований. Оценки времени обособления таксонов и распространения их также не сравниваются с опубликованными

² Johnson, L. A., & Porter, J. M. (2017). Fates of angiosperm species following long-distance dispersal: Examples from American amphotropical Polemoniaceae. *American Journal of Botany*, 104(11), 1729-1744.

³ Porter, J. M., Johnson, L. A., & Wilken, D. (2010). Phylogenetic systematics of *Ipomopsis* (Polemoniaceae): relationships and divergence times estimated from chloroplast and nuclear DNA sequences. *Systematic Botany*, 35(1), 181-200.

⁴ Landis J.B., Bell C.D., Hernandez M., Zenil-Ferguson R., McCarthy E.W., Soltis D.E., Soltis P.S. 2018. Evolution of floral traits and impact of reproductive mode on diversification in the phlox family (Polemoniaceae) *Mol. Phylogenet. Evol.* 127:878–890.

⁵ Rose J.P., Kleist T.J., Löfstrand S.D., Drew B.T., Schönenberger J., Sytsma K.J. 2018. Phylogeny, historical biogeography, and diversification of angiosperm order Ericales suggest ancient Neotropical and East Asian connections. *Mol. Phylogenet. Evol.* 122:59– 79.

⁶ Anghel, I. G., Smith, L. L., Lichter-Marck, I. H., & Zapata, F. (2025). When the sand blossoms: Phylogeny, trait evolution, and geography of speciation in *Linanthus*. *American Journal of Botany*, 112(3), e70005.

⁷ Bell, C. D., & Patterson, R. W. (2000). Molecular phylogeny and biogeography of *Linanthus* (Polemoniaceae). *American journal of Botany*, 87(12), 1857-1870.

данными. Например, дивергенция родов *Grias* и *Gustavia* в опубликованных исследованиях оценивается в 22.5 млн. лет в диссертации против 46 млн. лет в публикации⁸, а *Couropita* в 20,8 млн. в диссертации против 7.4 лет в опубликованном исследовании⁹. Как можно объяснить такие несоответствия?

Историю расселения и дивергенции видов автор рассматривает как непрерывный линейный процесс. Например, для рода *Polemonium* в работе описывается следующее (стр. 156): «Распространяясь от районов Лаврентийской возвышенности, он расселялся на северо-восток континента, занимая территории Кордильер Аляски, а далее проник в Евразию, очень широко расселяясь в пределах Северо-Притихоокеанской, Амурско-Сахалинской стран, в Северо-Восточной и Средней Сибири, далее он двигался еще западнее, распространяясь на территории Западной Сибири и Урала. Продолжая движение на запад, *P. boreale* занял пространства северной территории Русской равнины и Фенноскандию, добравшись до восточных участков Гренландии и, таким образом, сделав почти полный циркумбореальный круг». Дизъюнкции в распространении представителей этого рода автор не объясняет никак. При этом, в опубликованных исследованиях указывается важнейшая роль плейстоценовых оледенений и климатических изменений в диверсификации и географии видов этого рода¹⁰, что объясняет и дизъюнктивное распространение.

Работа содержит огрехи в оформлении. Заголовки таблиц не переносятся на другие страницы. Разные подразделы текста имеют разную ширину полей, разнится абзацный отступ. В тексте присутствуют опечатки.

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 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени

⁸ Medellín-Zabala, D., Charboneau, J. L., Vargas, O. M., Smith, S. A., Gonçalves, D. J., Chanderbali, A. S., ... & Dick, C. W. (2026). Assembling the Neotropical Tree Flora: Andean Uplift and the Historical Biogeography of the Brazil Nut Family (Lecythidaceae). *Journal of Biogeography*, 53(4), e70225.

⁹ Там же

¹⁰ Rose, J. P., & Sytsma, K. J. (2023). Phylogeography and genetic variation in Western Jacob's ladder (*Polemonium occidentale*) provide insights into the origin and conservation of rare species in the Great Lakes region. *Molecular Ecology*, 32(1), 79-94.

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 Кандидов Максим Валентинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Официальный оппонент:

кандидат географических наук,
доцент кафедры экологии и географии растений биологического факультета
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова»

Дудов Сергей Валерьевич

14 мая 2026 г.

Контактные данные:

тел. [REDACTED] e-mail: dudovsv@my.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 25.00.23 – Физическая география и биогеография,
география почв и геохимия ландшафтов

Адрес места работы:

119234, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 12
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова», биологический факультет, кафедра экологии и географии
растений.

Тел.: +7 (495) 939-27-76; e-mail: info@mail.bio.msu.ru

Подпись сотрудника кафедры экологии и географии растений
биологического факультета федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский
государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Дудова Сергея Валерьевича

удостоверяю:

Декан биологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова,
академик РАН

М.Н.Кирничников/