

УДК [57.075+57.082.5]:561+502.62

<https://doi.org/10.25221/kl.74.5>

<https://elibrary.ru/snylen>

ИЗУЧЕНИЕ ИСКОПАЕМЫХ РАСТЕНИЙ: СБОР, ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КОНСЕРВАЦИЯ И ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ

Е. Б. Волынец

Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток

Настоящая статья посвящена характеристике методов исследования древних растений. Рассматриваются процедуры сбора и консервации растительных остатков, а так же сохранение уникальных местонахождений растительного мира прошлых геологических эпох. Каждое местонахождение — это не просто точка на карте, а единственный в своем роде, неповторимый образец живой природы, который обладает исключительной ценностью.

В связи с этим, оберегание собранных коллекций ископаемых растений, наряду с защитой мест их обнаружения, приобретает первостепенное значение в контексте сохранения биоразнообразия древней жизни на Земле.

Ключевые слова: палеоботаника, методы исследования, обработка материала, охрана местонахождений.

STUDY OF FOSSIL PLANTS: COLLECTION, IDENTIFICATION, CONSERVATION AND THE PROBLEM OF PRESERVING THEIR SITES

E. B. Volynets

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok, Russia

This article describes methods for studying ancient plants. It examines procedures for collecting and preserving plant remains, as well as preserving unique plant habitats from past geological eras. Each habitat is more than just a point on a map; it is a unique, inimitable specimen of living nature, possessing exceptional value. Therefore, preserving the fossil plant collections collected, along with protecting the sites where they were discovered, is of paramount importance in preserving the biodiversity of ancient life on Earth.

Key words: paleobotany, research methods, material processing, site protection.

ВВЕДЕНИЕ

Палеоботаника — наука, изучающая растительный мир древних геологических эпох. Объектом ее исследования являются остатки растений, которые специалисты называют фитофоссилии. Они находятся в осадочных толщах прибрежно-морского и континентального генезиса, начиная с палеозоя (силурийский период).

Подобно ботанике, палеоботаника включает в себя такие разделы, как систематика, морфология, анатомия, филогения и география растений, а также сравнительный анализ с современными растениями. Она позволяет восстановить историю развития флор и растительности отдельных регионов и растительности в целом, а также понять происхождение современных растений.

Изучение древних растений опирается преимущественно на комплекс фундаментальных методов, которые можно разделить на две основные группы:

1. Общие морфологические методы: изучение особенностей внешнего строения ископаемых растений: побегов, листьев, шишек, сережек; поиск современных аналогов для идентификации найденных остатков.

2. Специализированные микроскопические и аналитические методы: карпологический анализ — исследование семян и плодов; палинологический анализ — изучение спор и пыльцы; палеоксилнологический анализ — изучение древесины стволов деревьев; кутикулярно-эпидермальный анализ — исследование кутикулы; диатомовый анализ — изучение диатомовых водорослей.

Современные методы изучения фоссилий, активно развивающиеся в XXI веке, совершили революцию в палеонтологии. Они позволили не только пересмотреть существующие представления о древних флорах и фаунах, но и углубить понимание их географических связей, а также проследить пути миграции отдельных таксонов и целых групп организмов. Среди наиболее значимых методов:

– сканирующая электронная (SEM) и трансмиссионная (ТЭМ) микроскопии, где первая позволяет изучить поверхностные структуры устьичных аппаратов и эпидермальную микроморфологию растений, морфологию строения раковин, например, фораминифер или радиолярий, створок диатомей и пр.; вторая, благодаря просвечиванию пучком ускоренных электронов, дает возможность исследовать внутреннее строение объектов.

– рентгеновская микротомография (микро-КТ) — это неразрушающее трехмерное исследование внутренней структуры объектов, основанное на получении и компьютерной обработки множества рентгеновских проекций, полученных под разными углами. С помощью микро-КТ можно проанализировать внутренние структуры окаменелых фруктификаций и некоторых моллюсков.

Также используют химический анализ, с помощью которого из горной

породы извлекают споры, пыльцу, кутикулу, семена и пр. Методами смолоинъектирования или парафинирования осуществляют стабилизацию образцов с фитофоссилиями.

Доказано, что на протяжении геологических веков видовой состав растительных сообществ и флор в целом много раз претерпевал изменения, одни таксоны и целые флоры вымирали, а им на смену приходили другие (Криштофович, 1957; Мейен, 1987).

Поскольку палеоботаника является разделом ботаники, специалисты по изучению фитофоссилий должны обладать базой ботанических знаний. Кроме того, необходимы познания в общей геологии и географии.

Исторически палеоботаника выполняла прикладную функцию в геологии, в первую очередь для стратиграфии. Ее ключевая роль заключалась в идентификации ископаемых растительных остатков, что позволяло устанавливать относительный возраст осадочных отложений и проводить корреляцию геологических слоев. По мере накопления эмпирических данных она эволюционировала в самостоятельную биологическую дисциплину, охватывающую вопросы эволюции и палеоэкологии. Тем не менее, ее фундаментальная связь с геологией сохранилась.

Современная палеоботаника претерпела значительную трансформацию. Она интегрирует изучение эволюции растений и экосистем с анализом палеоклимата, содействует геологическим реконструкциям и направлена на раскрытие происхождения цветковых растений, выступая как полноценный мост между биологическими науками и науками о Земле.

Настоящая работа ставит целью раскрыть значение фитофоссилий для понимания древней жизни. Ископаемые растения – это бесценный ключ к реконструкции прошлых экосистем, климата и биогеографии. Они позволяют проследить эволюцию растительного мира и определить его роль в истории Земли.

Извлечение фитофоссилий

Вооружившись знаниями и инструментами, исследователь отправляется на поиски. Первым делом он изучает геологическую обстановку на месте работы, описывая и послойно документируя обнажения горных пород. Здесь и начинаются первые трудности. Обнажения, встречаются на берегах морей и рек, водоразделах, крутых склонах или обочинах дорог, а также в угольных карьерах, выработках и пр., поэтому при документировании требуется соблюдение правил техники безопасности. Поскольку древние растения погребены в осадочных толщах, палеонтологу для извлечения фоссилий из горных пород необходимы молоток, кайло, лопата, зубила и другие инструменты.

Слой с остатками растений/животных найден. Теперь наша задача аккуратно извлечь образцы с отпечатками. Проблема в том, что верхний слой горной породы с фоссилиями часто поврежден: он выветрен, покрыт трещинами и весь может рассыпаться при попытке добыть из него нужный

материал. Чтобы получить действительно интересные образцы с ископаемыми остатками, нам придется сначала осторожно удалить этот верхний слой, а уже потом собирать ценные находки. Собранные образцы упаковываются, получают первичную маркировку и отправляются к месту хранения для дальнейшего изучения в лабораторных (камеральных) условиях.

Изучение материала в лабораторных условиях

Изучение полученного в экспедициях материала происходит в лабораторных условиях и начинается с распаковки, поверхностной очистки образцов, удаления излишков породы с помощью игл, тонких зубил и другого специализированного инструмента. При необходимости, разрозненные части отпечатка подклеиваются специальными клеями. Далее все приготовленные для изучения образцы маркируются оригинальными коллекционными номерами.

Для точного определения ископаемого растения необходимо, чтобы был виден весь лист, шишка, плод, соцветие, побег и т.д. Нередко на листьях растений присутствует коричневая или слегка углефицированная пленка – фитолейма (кутикула). Ее аккуратно снимают, помещают в отдельные емкости, маркируют, обрабатывают, а затем изучают при помощи эпидермально-кутикулярного анализа.

Определение таксономического состава растений в палеоботанике представляет собой сложную задачу, обусловленную характером сохранности ископаемых остатков. Как правило, растения представлены фрагментами: у папоротников это могут быть вайи и их части, у голосеменных – фрагменты побегов и стробилов, у цветковых – листья, цветки и плоды. В связи с этим, при полевых исследованиях на местонахождении необходимо максимально полно собирать все доступные растительные остатки. Однако, истинная ценность, материала, извлеченного из горных пород, раскрывается лишь после его тщательной обработки. Полученные находки приобретают научное значение, когда с высокой точностью удастся определить таксономическую принадлежность ископаемого растения, и в какую геологическую эпоху оно существовало.

После завершения таксономического анализа остатков растений, образцы с фитофоссилиями помещаются на хранение в коллекционные фонды, специализированные хранилища или музеи. В случаях, когда идентификация отпечатков растений затруднена даже при удовлетворительной степени сохранности тех или иных образцов, такие экземпляры размещают в отдельных секциях камнехранилищ/музеев. Для дальнейших исследований им присваиваются специальные обозначения.

Некоторые примеры уточнения таксономической принадлежности растений

В 2007 году на Липовецком каменноугольном разрезе в Октябрьском районе Приморского края (аптский век) был обнаружен уникальный отпечаток стерильного листа папоротника кладофлебоидного типа. Находка, отлича-

шаяся превосходной сохранностью, была получена из линзы алевролитов в межугольном сероцветном слое, состоящем из разнозернистых песчаников и алевролитов. Более десяти лет эти образцы оставались неопределенным.

Ситуация изменилась в 2023 году. Во время экспедиции на Константиновское каменноугольное месторождение (Октябрьский район, Приморский край), расположенное западнее Липовецкого разреза, в аналогичной сероцветной пачке были собраны новые отпечатки листьев папоротника. Среди них оказались как стерильные, так и спороносные вайи. Примечательно, что стерильные листья из Константиновки оказались идентичными отпечатку, найденному на Липовецком месторождении. Эти находки из двух местонахождений положили начало процессу идентификации древних папоротников. В итоге для аптских папоротников Приморья по признакам стерильных и фертильных листьев, сходных с современным семейством блехниевых, был описан новый род *Vachrameeviopsis* с типовым видом *V. auriculatus* Volynets (Волынец, 2025).

Далее рассмотрим новые примеры идентификации таксонов альбской флоры озера Ханка. Эта флора является предметом изучения на протяжении более чем 60 лет. Ее исследование началось с работ известных русских палеоботаников В.А. Вахрамеева (1959) и В.А. Красиловой (1967). В составе флоры были обнаружены многочисленные папоротники и голосеменные растения. Особого внимания заслуживает находка остатков стерильных листьев папоротника *Cladophlebis novopokrovskii* Prynada. Этот вид, впервые описанный В.Д. Принадой (в Херасков и др., 1939) для раннего мела Бурейнского бассейна, был идентифицирован В.А. Красиловой (1967) для флористического комплекса западного берега озера Ханка. В дальнейшем Е.Б. Волынец (2005) пересмотрела таксономический статус этого папоротника, определив его как *Lobifolia novopokrovskii* (Pryn.) Rasskaz. et E. Lebedev. Это решение было обусловлено работой Е.Л. Лебедева и Е.С. Рассказовой (1968), которые осуществили перевод таксона *C. novopokrovskii* в *L. novopokrovskii*, сопроводив его подробным морфологическим описанием стерильных частей листьев. Недавние полевые работы автора статьи в 2022 году привели к сбору как стерильных, так и фертильных листьев этого папоротника. Проведенный морфологический анализ обоих типов вай указывает на вероятную необходимость отнесения данного таксона к роду *Eboracia*.

Новые находки различных частей растений из уже изученных местонахождений часто открывают перспективу пересмотра систематической принадлежности не только папоротников, но и некоторых голосеменных растений. В частности, род *Bureja* Prynada с типовым видом *Bureja rigida* Prynada (описан без кутикулы), по мнению В.Д. Принады (1956), относится к классу саговников (Cycadopsida). Отпечатки *Bureja* были впервые обнаружены В.А. Вахрамеевым (1959) в береговых обнажениях туфогенной толщи озера Ханка. В.А. Красилов (1973), детально изучая флору Бурейнского бассейна,

обнаружил на найденных отпечатках фитолейму и выполнил ее детальное описание. Это дало ему основание отнести *B. rigida* в другую группу ископаемых растений – беннеттитовые, переименовав таксон как *Pterophyllum rigidum* (Pryn.) Krassilov. Однако, поскольку на отпечатках с озера Ханка кутикула до сих пор не была найдена, мы в своих определениях сохраняем название *Bureja* (Рисунок).

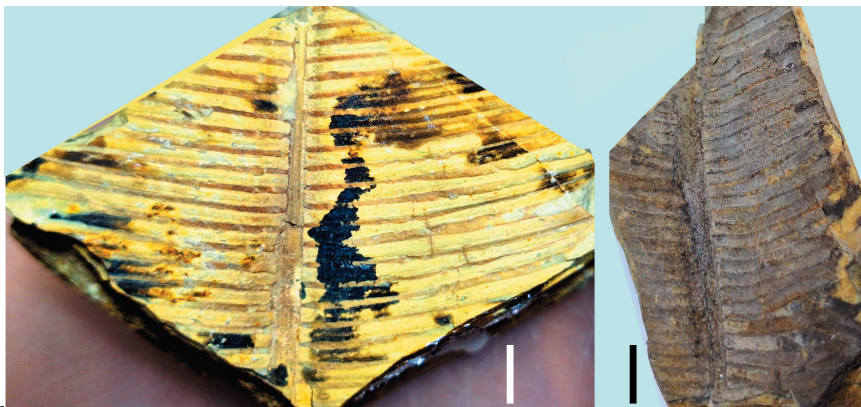


Рисунок. *Bureja rigida* Prynada, альб, галенковская свита, туфогенные отложения оз. Ханка. [Figure. *Bureja rigida* Prynada, Albion, Galenka Formation, tuffaceous deposits Khanka Lake].

В авторской коллекции поздне триасовых растений Приморья обнаружено плауновидное растение, предположительно относящееся к роду *Pleuromeia*. Экземпляр включает ризофор (корнеподобные структуры), спорофиллы (листья, в пазухе которых развиваются спорангии), филлоиды (листовидные образования) и фрагмент ствола с тремя типами листовых рубцов. Эти находки позволяют предположить, что перед нами новый вид рода *Pleuromeia*, который будет описан в ближайшее время. И таких примеров у исследователя, занимающегося изучением древних мезозойских растений Приморья великое множество.

Хранение фитофоссилий в камнехранилищах/музеях

Особое внимание уделяется хранению образцов растительных остатков в музейных коллекциях и специализированных хранилищах. Все остатки растений, описанные в научных публикациях (статьях и монографиях), должны быть сохранены в условиях, гарантирующих их доступность для дальнейших исследований. Современным стандартом является также создание электронных баз данных, обеспечивающих глобальный доступ для научного сообщества. Кроме того, музеи и камнехранилища должны быть оснащены надлежащими шкафами или стеллажами для хранения образцов. Помещения должны соответствовать требованиям сухости, хорошей вентиляции и

отсутствия избыточной влажности, чтобы обеспечить надежную сохранность образцов в долгосрочной перспективе и предотвратить их разрушение.

Охрана мест захоронения фоссилий

Охрана местонахождений с фитофоссилиями — это сложная задача, так как такие объекты часто страдают не только от «черных копателей», но и от активной производственной деятельности людей, а также природной эрозии.

Сохранение местонахождений с палеонтологическими остатками представляет собой совокупность мероприятий, призванных обеспечить защиту уникальных объектов палеонтологического наследия, обладающих значительной научной, культурной и экологической ценностью.

Основные меры, которые обычно применяются для их защиты:

Юридический статус: Присвоение территории статуса ООПТ (особо охраняемая природная территория) или памятника природы. Это запрещает любую хозяйственную деятельность и несанкционированные раскопки.

Консервация на месте: В ряде случаев уникальные слои засыпают инертным грунтом или возводят над ними защитные павильоны (ангары), чтобы предотвратить разрушение от осадков и ветра.

Музеефикация: Извлечение наиболее ценных и хрупких образцов для передачи в государственные фонды, так как на открытом воздухе фитофоссилии (особенно отпечатки на мягких глинах) быстро разрушаются.

Ограничение информации: В научной среде точные координаты наиболее уязвимых точек часто не публикуются в открытом доступе, чтобы избежать наплыва туристов и браконьеров.

В России существует очень не много геологических и национальных парков, что крайне мало для нашей большой территории страны. Такими объектами являются: национальный парк Сengилевские горы и геопарк Ундория в Ульяновской области, геопарк Ленские столбы в Красноярском крае, национальный парк Башкирия и еще некоторые другие.

В Приморском крае юридически оформленных геологических памятников природы нет. Ниже будут приведены несколько объектов, которым требуется юридическая оценка их значимости:

1) береговые обнажения (обрывы) туфогенных пород альбского возраста (галенковская свита) на западном берегу оз. Ханка, где собраны хорошей сохранности растительные остатки состоящие из споровых и голосеменных растений;

2) береговые разрезы альбского возраста (френцевская свита) на северном и юго-восточном берегах бухты Андреева (г. Большой Камень), в которых имеются фоссилии представленные пресноводными моллюсками, остатками рыб и ранних цветковых;

3) береговой выход горных пород верхнего триаса и апт-альба в бухтах Бражникова и Сокол в пригороде г. Владивостока. Остатки растений из этих осадочных отложений хорошей сохранности. Они представлены некоторыми

уникальными споровыми и голосеменными растениями, а также первыми цветковыми;

4) карьер по добыче каменного материала в верхнем течении р. Крутой-риха, туфогенно-осадочные отложения альбского возраста с остатками ранних цветковых растений. Это местонахождение находится на территории Национального парка Бикин. Есть надежда, что оно сохранится для дальнейшего изучения, так как район мало освоенный, да еще имеет статус национального парка. Кроме того на этой территории имеется еще около 10 местонахождений с интереснейшими покрытосеменными и голосеменными растениями мелового возраста (Волынец, 2005).

Актуальность охраны фитофоссилий и угрозы уникальным местонахождениям

Древние таксоны – ключ к пониманию эволюции жизни на Земле. Изучая их, мы восстанавливаем исторические процессы, выявляем закономерности развития организмов и прослеживаем связи между различными группами. Современные методы изучения ископаемых растений позволяют проводить ревизию древних флор, особенно в отношении таких ключевых групп, как голосеменные и покрытосеменные, чья история возникновения до сих пор остается не выясненной.

Год от года, а особенно в XXI веке, методы верификации фоссилий совершенствуются, поэтому часто исследователи проводят ревизии уже известной флоры, вследствие чего необходимо возвращаться к ранее изученным местонахождениям, чтобы собрать новый материал. Поэтому охрана местонахождений с фитофоссилиями приобретает особую актуальность.

Далее приведем несколько примеров исчезновения местонахождений:

Северная часть г. Большой Камень, бухта Бол. Кувшин, юго-восточное Приморье. У северного мола завода «Звезда» находился останец - изолированный массив горной породы, местонахождение № 320, представленный туфогенно-осадочными отложениями, френцевская свита (нижний мел, альб). В этих отложениях собраны остатки древнейших травянистых цветковых растений и описаны два новых вида: *Achaenocarpites capitellatus* Krassilov et Volynets и *Ternaricarpites floribundus* Krassilov et Volynets (Krassilov, Volynets, 2008). Последние несколько лет подряд сотрудники лаборатории палеоботаники ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН (г. Владивосток) и Ботанического института РАН (г. Санкт-Петербург) продолжали собирать и изучать собранные фитофоссилии. Кроме этого из туфогенного прослоя, содержащего цветковые растения, были отобраны образцы для U-Pb изотопного датирования детритовых цирконов. Результаты анализа позволили установить возраст туфа: 109 ± 1 млн лет (Golovneva et al., 2026). Однако в 2024 году руководство завода «Звезда» приступило к расширению территории северного мола под автомобильную парковку, что привело к полному уничтожению этого уникального местонахождения.

Аналогичная ситуация зафиксирована на мысе Палец в городе Большой Камень, местонахождение 315. Южный мол предприятия «Звезда» подвергается активной территориальной экспансии. Вследствие этого, единственное на территории Приморского края местонахождение раннемеловых пресноводных представителей фауны (рыб, раков, моллюсков) и флоры оказалось практически утраченным.

В настоящее время увеличивается число «чёрных копателей», занимающихся нелегальным и непрофессиональным поиском и добычей палеонтологических образцов для последующей продажи в частные коллекции. Коммерциализация в палеонтологии зачастую сопровождающаяся недобросовестными практиками и наносит ущерб науке. Оптимальным решением видится налаживание конструктивного сотрудничества между научным сообществом, представителями коммерческого сектора палеонтологии, палеонтологами-любителями, а также с застройщиками территорий, чья деятельность затрагивает потенциально богатые палеонтологическими находками участки, а также четкое правовое регулирование, так как в России Закон РФ от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 29.12.2025) «О недрах» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026) не содержит внятного определения палеонтологических образцов и не регулирует их оборот.

Следовательно, обеспечение охраны местонахождений с фоссилиями требует комплексного подхода, включающего совершенствование законодательных мер, проведение углубленных научных исследований, просветительскую работу и контроль над использованием земель той или иной территории.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор искренне благодарен рецензентам за замечания и рекомендации; сотрудникам лаборатории палеоботаники и волонтерам за помощь в сборе фитофоссилий. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012200182-1).

ЛИТЕРАТУРА

- Вахрамеев В.А.** Нижнемеловые растения с оз. Ханка (Приморье) // Бот. журн. 1959. Т. 44. N 7. С. 77–80.
- Волынец Е.Б.** Апт–сеноманская флора Приморья. 1. Флористические комплексы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13. N 5. С. 60–79.
- Волынец Е.Б.** 2025. Новый род папоротника *Vachrameeviopsis* семейства Blechnaceae из раннего мела Приморья, Дальний Восток России // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2025. N 4. С. 12–23.
- Закон РФ от 21.02.1992 N 2395-1** (ред. от 29.12.2025) «О недрах» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026). Статья 38. Федеральный государственный

- горный надзор (в ред. Федерального закона от 11.06.2021 N 170-ФЗ)
- Красилов В. А.** Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М.: Наука, 1967. 264 с.
- Красилов В.А.** Материалы по стратиграфии и палеофлористике уленосной толщи Буреинского бассейна // Ископаемые флоры и фитостратиграфия Дальнего Востока. В.: ДВНЦ АН СССР, 1973. С. 28–51.
- Криштофович А.Н.** Палеоботаника. Гос. науч.-тех. изд-во нефтян. горно-тех. л-ры Ленинградское отделен., 1957. 650 с.
- Лебедев Е.Л., Рассказова Е.С.** Новый род мезозойских папоротников – *Lobifolia*. Растения мезозоя. М.: Наука, 1968. С. 56–67 (Труды ГИН АН СССР. Вып. 191).
- Мейен С.В.** Основы палеоботаники. Справочное пособие. М., Недра, 1987. 403 с.
- Принада В.Д.** *Bureja rigida*, *Prunada* sp. nov. Материалы по палеонтологии. Новые семейства и роды. ВСЕГЕИ. Новая серия. Вып. 12. Палеонтология. М.: Госгеолтехиздат. 1956. С. 237–238.
- Херасков Н.П., Давыдова Т.Н., Крашенинников Г.Ф., Пенинский Д.Д.** Геология Буреинского бассейна. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья. Вып. 149. М.—Л.: ГОНТИ. 1939. 176 с.
- Golovneva L.B., Zolina A.A., Salnikova E.B., Bugdaeva E.V., Volynets E. B., Adamskaya E.V., Kovach V.P.** High-precision U-Pb zircon age 1 of the early angiosperm herbaceous assemblage from the Frentseвка Formation, Far East of Russia and its implication for the timing of angiosperm diversification in Eastern Asia //Cretaceous Research. 2026. V. 186. DOI:10.1016/j.cretres.2026.106424
- Krassilov V., Volynets Y.** Weedy angiosperms//Acta Palaeobotanica. 2008. 48(2). P. 151-169.