

Новый вид рода *Lepidodendron* Sternberg из нижнего карбона Подмосковского бассейна (Россия)

Ю.В. Мосейчик

Геологический институт РАН, 119017 Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 1
mosseichik@mail.ru

Описывается новый вид *Lepidodendron porshniakovii*, sp. nov. из верхнего визе северо-западного крыла Подмосковского бассейна. Этот вид характеризуется наличием одновременно листовых и подлистных парихн – особенностью, неизвестной у других видов *Lepidodendron*, ранее описанных из нижнего карбона Подмосковского бассейна.

До сих пор в нижнем карбоне Подмосковского бассейна были достоверно установлены три вида плауновидных из рода *Lepidodendron* Sternberg: *L. veltheimoides* Mosseichik, *L. demkinae* Mosseichik, *L. cf. velheimii* Sternberg [Мосейчик, 2020].

Недавно на северо-западном крыле Подмосковского бассейна было обнаружено новое местонахождение ископаемых растений поздневизейского возраста, где открыты остатки нового вида – *Lepidodendron porshniakovii*, sp. nov.

Местонахождение расположено почти в самом центре г. Боровичи Новгородской области, на дне реки Мста, близ новой набережной, напротив Порожской улицы. Здесь под водой обнаружены плащобразные скопления крупных неокатанных глыб бурых углей и плотных углестых глин. По всей видимости, эти глыбы происходят из отложений тихвинской свиты (тульский горизонт, верхний визе), которыми в данном месте сложены ложе и берега реки. Породы этой свиты ранее обнажались на правом берегу реки, непосредственно под Порожской улицей, но сейчас они скрыты под облицовкой набережной. Это обнажение подробно описано в книге С.Н. и Г.С. Поршняковых [2021].

Одна из указанных глыб, поднятая в 2022 году со дна реки В.Я. Артемьевым (сотрудником местной турфирмы «Горная Мста»), оказалась сложена тонким чередованием слоев глин и углефицированных остатков ископаемых растений.

Эта находка была любезно передана для изучения автору Л.В. Николаевой – одной из создательниц Палеонтологического музея при турфирме «Горная Мста».

Среди растительных остатков нами были обнаружены фитолеймы небольших осей *Lepidodendron porshniakovii* (первоначально ошибочно отнесенные к *L. demkinae* [Мосейчик, 2023]), фрагмент коры ствола крупного плауновидного *Bergeria puchkoviorum* (Mosseichik) Mosseichik, а также дисперсные микро- и мегаспорангии плауновидных с остатками спорофиллов.

Фрагменты угля, не содержавшие макромерных фитолейм, были подвергнуты объемной мацерации в смеси Шульце. В результате были выделены дисперсные мегаспоры плауновидных *Cystosporites cf. giganteus* Zerndt, *Crassilagenicula simplex* (Zerndt) Dybova-Jachowicz et al., *Setosporites brevispinosus* Brzozowska, *Lagenicula subpilosa* (Ibrahim) Potonié et Kremp, а также кутикулы растений неизвестного систематического положения *Mstikhinia duranteae* Mosseichik, Ignatov et Ignatiev. Все эти формы были описаны ранее из верхневизейских отложений Подмосковского бассейна [Мосейчик, 2009, 2014; Orlova et al., 2015], что согласуется с нашим предположением о принадлежности изученной глыбы угля к тихвинской свите.

В настоящей работе дается описание нового вида *L. porshniakovii*. Найденный вместе с ним фрагмент ствола *Bergeria puchkoviorum* описан

нами ранее [Мосейчик, 2023]. Описание ассоциирующихся с ними дисперсных мегаспор и спорангиев готовится к публикации.

Фитолеймы осей нового вида были легко извлечены из массы углефицированных растительных остатков при помощи стальных игл. Часть из них были помещены в 50%-ную плавиковую кислоту (HF) на 1,5 часа для очистки их поверхности от минеральных частиц. Затем фитолеймы были промыты дистиллированной водой и высушены на фильтровальной бумаге. Оставшиеся на поверхности посторонние частицы были удалены при помощи тонких деревянных иголок. Очищенные фитолеймы изучались под световым и сканирующим электронным микроскопами. Для изучения под СЭМ фитолейма предварительно напылялась золотом.

Для извлечения кутикулы небольшой фрагмент фитолеймы без предварительной обработки плавиковой кислотой был помещен в смесь Шульце (конц. $\text{HNO}_3 + \text{KClO}_3$) на 2,5 часа, затем промыт дистиллированной водой и помещен на 1 час в 10%-ный водный раствор аммиака (NH_4OH). Выделившиеся фрагменты кутикулы были промыты дистиллированной водой и заделаны в препараты на основе глицерин-желатины.

Материал изучался под световыми микроскопами МБС-10 и Ergoval, сканирующим электронным микроскопом Vega3 Tescan и фотографировался цифровыми фотокамерами Nikon Coolpix 5700 и Sony NEX-5N.

Все оригиналы к статье хранятся в Геологическом институте РАН (ГИН РАН, г. Москва).

Систематическое описание

В работе принята система семейств и порядков, предложенная Б.А. Томасом и Ш.Д. Брэк-Хейнс [Thomas, Brack-Hanes, 1984], с коррективами по [Мосейчик, Игнатьев, 2017]. Таксоны выше порядка даны по С.В. Мейену [1987].

Отдел Pteridophyta
Класс Lycopodiopsida
Порядок Lepidocarpaceae
Семейство Lepidocarpaceae

Род *Lepidodendron* Sternberg

***Lepidodendron porshniakovii*, sp. nov.**

Табл. I, II; рис. 1

Lepidodendron demkinae: Мосейчик, 2023, табл. III, фиг. 3.

Название вида в честь *Сергея Николаевича Поршнякова* (1889–1982) – выдающегося знатока природы, истории и культуры Боровичского района, фактического основателя и многолетнего директора Боровичского краеведческого музея (ныне – Боровичский филиал Новгородского музея-заповедника), зачинателя палеонтологического краеведения в районе.

Голотип – ГИН РАН, экз. № 4860/811-2 (табл. I, фиг. 2–6, табл. II, фиг. 8); Новгородская обл., г. Боровичи, дно р. Мста близ ее правого берега, в районе Порожской улицы; нижний карбон, верхний визе, тихвинская (?) свита.

Holotype – Geological Institute of RAS, spec. № 4860/811-2 (pl. I, figs. 2–6, pl. II, fig. 8); Novgorod

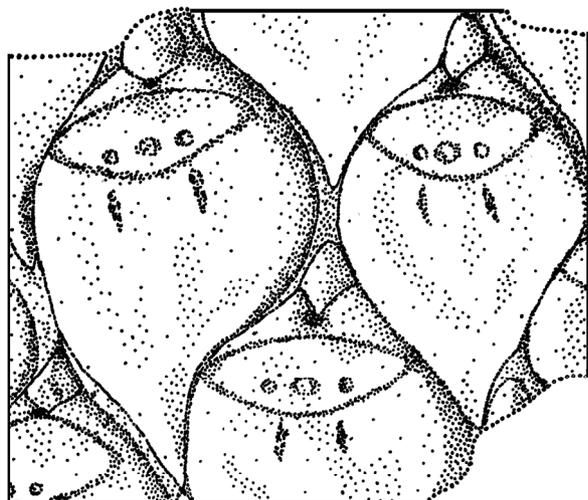
Region, Borovichi town; right bank of Msta river, at the bottom, near Porozhskaya street; Lower Carboniferous, Upper Viséan, Tikhvin (?) Formation.

Диагноз. Оси по меньшей мере до 12 мм диаметром. Листовые подушки веретеновидные, длиной ~3,5 мм, шириной ~2,5 мм, расположены плотно друг к другу в лепидодендроидном филлотаксисе без отчетливых ортогист. Листовой рубец линзовидный, длиной ~0,6 мм, шириной ~1,5 мм, расположен выше середины подушки, несет в центре рубчик проводящей ткани и по краям от него два рубчика листовых парихн. Под листовым рубцом симметрично относительно продольной оси подушки расположены два выхода подлистных парихн. Чуть выше листового рубца наблюдается отверстие лигульной ямки, от которого вверх отходят две глубокие складки, формируя V-образную структуру. Поверхность подушек гладкая. В нижнем поле подушки может наблюдаться слабо выраженный киль.

Клетки эпидермиса подушки изометричные, диаметром 8–18 мкм, на краях подушки они удлиненные, до 40 мкм длиной. Устьица почти круглые или слегка удлиненные, диаметром 20–44 мкм. Их плотность 250–500 на 1 мм². Замыкающие клетки погружены на глубину 5–10 мкм. На боковых поверхностях подушки и вблизи лигульной ямки устьица отсутствуют.

Эпидермис лигульной ямки сложен удлиненными клетками 20–55 мкм длиной и 15–20 мкм шириной.

Diagnosis. Stems at least up to 12 mm in diameter. Leaf cushions fusiform, ~3.5 mm long, ~2.5 mm



1 мм

Рис. 1. *Lepidodendron porshniakovii*, sp. nov., экз. № 4860/811D, фитолейма оси; местонахождение Порожская улица, тихвинская (?) свита

wide, arranged close to each other, in lepidodendroid phyllotaxis, without clear orthostichies. Leaf scar lenticular, ~1.5 mm wide, ~0.6 mm long, situated above the middle of cushion, with vascular print and two foliar parichnos. Under the leaf scar, there are two infrafoliar parichnos. Just above the scar, there are a ligule pit aperture from which two deep folds extend upwards, forming a V-shaped structure. Cushion surface smooth. A slightly pronounced keel may be observed in the lower field of the cushion.

The epidermal cells of the cushion isodiametric, 8–18 μ in diameter. At the edges of the cushion, they are elongated, up to 40 μ long. Stomata almost round or slightly elongated, 20–44 μ in diameter. Their density 250–500 per mm^2 . Guard cells sunken in pits 5–10 μ deep. There are no stomata on the lateral surfaces of the cushion and near the ligule pit aperture.

The epidermal cells of the ligule pit elongated 20–55 μ long, 15–20 μ wide.

Описание. Изученный материал представлен тремя фрагментами неветвящихся осей, которые сохранились в виде углистых фитолейм. Ширина осей достигает 11–12 мм (табл. I, фиг. 2).

Листовые подушки расположены плотно друг к другу, в лепидодендроидном филлотаксисе без отчетливых ортостик. Они веретеновидные, асимметричные, с округлыми боковыми и заостренными верхним и нижним углами (табл. I, фиг. 1; табл. II, фиг. 1; рис. 1). Их длина около 3,5 мм, ширина около 2,5 мм. Поверхность подушек гладкая. В нижнем поле некоторых подушек на-

блюдается слабо выраженный киль (табл. I, фиг. 2, см. правую нижнюю часть снимка).

Выше середины подушки расположен листовый рубец, имеющий линзовидное очертание. Его длина около 0,6 мм, ширина около 1,5 мм (табл. I, фиг. 1; табл. II, фиг. 1; рис. 1). Чуть ниже середины рубца на одной горизонтальной линии расположены три рубчика. Под рубцом наблюдается пара подлистных парихн. Над листовым рубцом, на расстоянии ~0,2 мм расположено отверстие лигульной ямки (табл. II, фиг. 7). От этого отверстия вверх отходят две отчетливые глубокие складки, достигающие краев подушки. Эти складки вместе с отверстием лигульной ямки формируют в верхнем поле листовой подушки V-образную структуру.

Фитолейма одного из экземпляров была изучена под СЭМ. Оказалось, что поверхность листового рубца (табл. II, фиг. 4) сложена изометричными клетками диаметром 20–25 мкм с радиальными стенками толщиной ~5 мкм. Три рубчика на рубце представлены в виде небольших углублений. Центральный рубчик – рубчик проводящей ткани – овальный, поперечно вытянутый, с размерами ~180×280 мкм. Слева и справа от него на расстоянии ~80 мкм располагаются округлые рубчики листовых парихн диаметром ~110 мкм. Каких-то различных структур внутри рубчиков не видно.

Подлистные парихны расположены непосредственно под рубцом, напротив листовых парихн. Каждая подлистная парихна представлена двумя вертикальными рядами отверстий на поверхности эпидермиса (табл. II, фиг. 5, 6). В каждом ряду от 1 до 4 округлых или слегка вертикально вытянутых отверстий диаметром до 60 мкм. Клетки между отверстиями такие же, как в остальной части эпидермиса подушки. В целом каждая подлистная парихна занимает площадку длиной ~400 мкм и шириной ~130 мкм.

Обычные клетки эпидермиса подушки изометричные, диаметром 8–18 мкм. Радиальные стенки клеток ровные, их толщина ~2 мкм. Устьица на листовой подушке (табл. II, фиг. 2, 3), как правило, почти круглые или слегка удлиненные, диаметром 20–44 мкм. Их плотность 250–500 на 1 мм^2 . Наибольшая плотность наблюдается ниже листового рубца, в средней части подушки, где устьица зачастую расположены вплотную друг к другу, без побочных клеток. Замыкающие клетки устьиц погружены на глубину 5–10 мкм. Кака-либо закономерная ориентировка устьичных щелей не наблюдается.

Таблица 1

Сравнительная характеристика *Lepidodendron porshniakovii* и других видов рода *Lepidodendron*, распространенных в раннем – среднем карбоне Европы и несущих подлиственные парихны (по [Nathorst, 1914; Thomas, 1970])

Вид	<i>L. porshniakovii</i> sp. nov.	<i>L. aculeatum</i> Sternberg	<i>L. serpentina</i> Koenig	<i>L. mannabachense</i> Presl	<i>L. dichotomum</i> Sternberg	<i>L. rhodium</i> Sternberg	<i>L. spetsbergense</i> Nathorst
Расстояние между соседними парастихами	0	0–3 мм	4–5 мм	0–1 мм	0	0	До 5 мм
Длина и ширина листовой подушки	~3,5×2,5 мм	До 54×14 мм	~18×6 мм	До 21×10 мм	~3,5×3 мм	~5×3 мм	До 35×4,5 мм
Форма листовой подушки	Веретеновидная	Веретеновидная	Веретеновидная	От веретеновидной до субромбической	Субромбическая	От веретеновидной до субромбической	Веретеновидная
Длина и ширина листового рубца	~0,6×1,5 мм	До 4,5×5,5 мм	~2×3 мм	До 3,5×6,5 мм	~1×1,5 мм	~0,6×2,5 мм	До 2×3 мм
Форма листового рубца	Линзовидная	Субромбическая	Субромбическая	Субромбическая	Субромбическая	Субромбическая	Субовальная
Стриатность в верхнем поле листовой подушки	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Присутствует	Присутствует	Присутствует	Отсутствует
Скульптура в нижнем поле листовой подушки	Отсутствует	Могут присутствовать поперечные морщины	Присутствуют поперечные морщины	Могут присутствовать поперечные морщины	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Киль	Слабо выражен в нижнем поле некоторых парастих	Присутствует в нижнем и верхнем поле листовой подушки	Отсутствует	Присутствует в нижнем и верхнем поле листовой подушки	Отсутствует	Отсутствует	Присутствует в нижнем поле листовой подушки
Лигулярная ямка	Расположена чуть выше листового рубца	Расположена у верхнего края листового рубца	Расположена у верхнего края листового рубца	Расположена у верхнего края листового рубца	Расположена у верхнего края листового рубца	Расположена у верхнего края листового рубца	Расположена чуть выше листового рубца
Эпидермис лигулярной ямки	Сложен клетками с размерами 20–55×15–20 мкм	Сложен клетками с размерами ~45×15 мкм	Нет данных	Сложен клетками с размерами ~30×10 мкм	Сложен клетками с размерами ~30×10 мкм	Сложен клетками с размерами ~50×20 мкм	Нет данных
Устьица на листовой подушке	Почти круглые или слегка удлиненные, диаметром 20–44 мкм	Удлиненные, со средними размерами 40×18 мкм	Удлиненные, со средними размерами 50×30 мкм	Удлиненные, со средними размерами 25–30×12 мкм	Удлиненные, со средними размерами 40×20 мкм	Удлиненные, со средними размерами 77×54 мкм	Нет данных
Плотность устьиц	250–500 на 1 мм ²	200–340 на 1 мм ²	Не известна	200 на 1 мм ²	450 на 1 мм ²	40 на 1 мм ²	Нет данных
Обычные клетки эпидермиса листовой подушки	Изометричные, диаметром 8–18 мкм	Изометричные, диаметром 15–20 мкм	Изометричные, диаметром ~35 мкм	В верхнем поле подушки удлиненные, длиной 20–40 мкм и шириной 10–15 мкм, в нижнем поле – изометричные, диаметром 15–20 мкм	В верхнем поле подушки удлиненные, длиной 20–30 мкм и шириной 15 мкм, в нижнем поле – изометричные, диаметром 10–15 мкм	В верхнем поле подушки удлиненные, длиной 50 мкм и шириной 20 мкм, в нижнем поле – изометричные, диаметром ~40 мкм	Нет данных

При мацерации фрагмента фитолеймы голо-типа удалось выделить кутикулу боковых частей подушки, лигульной ямки и прилегающих к ней складок (табл. I, фиг. 3–6) – тех частей подушки, которые плохо или вовсе не видны при изучении целой фитолеймы под СЭМ. При этом кутикулу центральной части подушки получить не удалось, поскольку, по всей видимости, она была кутинизирована слабее.

Судя по этому материалу, лигульная ямка (табл. II, фиг. 8) достигает в длину ~0,8 мм, ее диаметр ~0,3 мм. Эпидермис лигульной ямки сложен продольно удлинёнными клетками шириной 15–20 мкм, длиной 20–55 мкм.

Боковые поверхности подушки, а также складки возле лигульной ямки и прилегающие участки не несут устьиц и сложены изометричными или немного удлинёнными клетками шириной 10–18 мкм и длиной до 40 мкм (табл. I, фиг. 4). При этом своими длинными осями клетки ориентированы в сторону центра подушки. Кутикулярное покрытие замыкающих клеток устьиц было, видимо, очень тонким и при мацерации сохраняется в редких случаях (табл. I, фиг. 6).

Сравнение. Среди европейских ранне-среднекаменноугольных видов *Lepidodendron*, обладающих подлиствыми парихнами, новый вид по филлотаксису, строению эпидермиса, размерам и пропорциям листовых подушек более всего напоминает *L. dichotomum* Sternberg [Thomas, 1970]. Но, в отличие от него, у *L. porshniakovii* отсутствует стриадность в верхнем поле листовых подушек, форма подушек веретеновидная (с закругленными боковыми углами), а не субромбическая (с острыми боковыми углами), и от отверстия лигульной ямки отходят две глубокие складки, не отмечавшиеся у *L. dichotomum*.

Подробное сравнение *L. porshniakovii* с видами того же рода из нижнего и среднего карбона Европы, обладающими подлиствыми парихнами, приведено в табл. 1.

От ранее известных в Подмосковном бассейне видов *L. veltheimoides*, *L. demkinae* и *L. cf. veltheimii* [Мосейчик, 2020], новый вид в первую очередь отличается наличием листовых и подлистных парихн. Кроме того, первые два вида обладают лигульным бугорком, отсутствующим у *L. porshniakovii*.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность В.Я. Артемьеву, Л.В. Николаевой и В.А. Николаеву (турфирма «Горная Мста», г. Боровичи) за собранный и переданный для изучения образец, а также Н.В. Горьковой (Геологический институт РАН, г. Москва) за помощь при работе на СЭМ.

Работа выполнена в рамках темы госзадания Геологического института РАН.

Литература

- Мейен С.В. Основы палеоботаники: Справочное пособие. – М.: Недра, 1987. – 404 с.
- Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольная флора Подмосковного бассейна. Т. I. Состав, экология, эволюция, фитогеографические связи и стратиграфическое значение. – М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.
- Мосейчик Ю.В. Раннекаменноугольная флора Подмосковного бассейна. Т. II. Членистостебельные, папоротники, голосеменные. – М.: ГЕОС, 2014. – 72 с.
- Мосейчик Ю.В. Лепидодендроны из визейских отложений Подмосковного бассейна // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2020. – Т. 20. – С. 19–33.
- Мосейчик Ю.В. Новые данные о лепидодендронидных плауновидных из нижнего карбона Подмосковного бассейна // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2023. – Т. 26. – С. 1–17.
- Мосейчик Ю.В., Игнатъев И.А. Визейские плауновидные Подмосковного бассейна: новые виды и над-родовая принадлежность // *Lethaea rossica*. Рос. палеобот. журн. – 2017. – Т. 15. – С. 1–19.
- Поршняков С.Н., Поршняков Г.С. Геологические экскурсии в районе г. Боровичи (руководство для экскурсоводов). – М.: ГЕОС, 2021. – 128 с.
- Nathorst A.G. Nachträge zur paläozoischen Flora Spitzbergens. – Stockholm: P.A. Norstedt & Söner, 1914. – 116 S.
- Orlova O.A., Mamontov D.A., Snigirevsky S.M. Late Visean (Mississippian) vegetation of the north-western part of Russia according to palaeobotanical and palynological data // *Hist. Biol.* – 2015. – Vol. 27. – Nos. 3–4. – P. 325–344.
- Thomas B.A. Epidermal studies in the interpretation of *Lepidodendron* species // *Palaeontology*. – 1970. – Vol. 13. – Pt. 1. – S. 145–173.
- Thomas B.A., Brack-Hanes S.D. A new approach to family groupings in the lycophytes // *Taxon*. – 1984. – Vol. 33 (2). – P. 247–255.

Объяснения к фототаблицам

Lepidodendron porshniakovii, sp. nov.

Местонахождение Порожская улица, тихвинская (?) свита

Таблица I

Фиг. 1. Фитолейма экз. № 4860/811D.

Фиг. 2. Фитолейма голотипа № 4860/811-2; в нижнем правом углу снимка видны листовые подушки с килем в нижней части.

Фиг. 3–6. Кутикула одной из листовых подушек голотипа, преп. № 4860/811-2A: 3 – кутикулярное покрытие верхнего поля листовой подушки и лигульной ямки; 4 – кутикула с края листовой подушки, на боковой поверхности подушки устьица отсутствуют; 5 – кутикула верхней части листовой подушки (выше V-образной структуры) с многочисленными устьицами; 6 – то же место, отдельные устьица крупнее, видно сохранившееся кутикулярное покрытие замыкающих клеток.

Таблица II

Фиг. 1–7. Фитолейма экз. № 4860/811D под СЭМ: 1 – общий вид листовых подушек; 2 – эпидермис с устьицами в верхнем поле листовой подушки (выше V-образной структуры); 3 – эпидермис с устьицами в нижнем поле листовой подушки; 4 – листовый рубец с тремя рубчиками; 5, 6 – подлиственные парихны; 7 – отверстие лигульной ямки с отходящими от нее бороздами.

Фиг. 8. Кутикулярное покрытие лигульной ямки голотипа, преп. № 4860/811-2A.

A new species of the genus *Lepidodendron* Sternberg from the Lower Carboniferous of the Moscow Basin (Russia)

Yu. V. Mosseichik

Geological Institute of RAS, Pyzhevsky per. 7 (1), 119017 Moscow, Russia

A new species *Lepidodendron porshniakovii*, sp. nov. is described from the Upper Viséan of the northwestern margin of the Moscow Basin. The species has foliar and infrafoliar parichnos, features not known in the other *Lepidodendron* species from the Lower Carboniferous of the Moscow Basin.

