

# Споры *Archaeopteris fissilis* Schmalhausen и их роль в формировании средне-позднедевонских палиноспектров на Среднем Тимане

О.П. Тельнова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 167000 Сыктывкар, ул. Первомайская, 54  
telnova@geo.komisc.ru

Находки девонских спор *in situ* очень редки, однако именно они привносят существенную информацию в реконструкцию ранней истории сосудистых растений. Задача представляемой работы – изучение спор из репродуктивных органов девонских растений, наиболее важных для биостратиграфии Тимано-Печорской провинции.

В истории освоения девонской суши высшими растениями одной из наиболее важных была группа археоптерисовых. На основании их массового появления практически во всех известных флорах Земного шара позднедевонский этап в развитии флоры получил название археоптерисового, а в фито­стратиграфической схеме девона выделена особая «зона *Archaeopteris*» [Banks, 1980].

Археоптерисовые были эдификаторами лесной растительности позднего девона на обширной территории суши и сформировали новый тип ландшафтов – первые леса Земли. Будучи высокими древесными растениями, они составляли господствующий ярус лесов. Древесный габитус обеспечивал накопление обильной фитомассы, вступавшей в круговорот веществ и послужившей основой для установления новых трофических связей в лесных экосистемах позднего девона. Характер корневой системы позволяет сделать вывод о произрастании археоптерисовых не на заболоченных почвах низменностей, а на более возвышенных, относительно хорошо дренированных участках суши. Корневая система археоптерисовых существенно преобразовывала первичный субстрат, определяя условия произрастания под пологом леса травянистых и кустарниковых растений, поселения наземных животных.

Прогимноспермовые *Archaeopteris* Dawson – главный компонент многих экосистем девона. Многочисленные находки этих растений зафиксированы на территории Северной Америки, Европы, России, Китая, Марокко, Австралии и Колумбии. Среди археоптериевых широко распространен вид

*A. fissilis* Schmalhausen, впервые описанный российским палеоботаником И.Ф. Шмальгаузенем из отложений фаменского яруса Южного Донбасса. Его находки известны также в Канаде (о. Элсмир), Европе и на территории России (Северный и Южный Тиман, Западная Сибирь).

В палеоботаническом отношении территория Среднего Тимана представляет особый интерес, поскольку здесь для девонских отложений характерно довольно высокое содержание растительной органики [Шумилов, 2009, 2010, 2013]. Средний Тиман располагается в центральной части Тиманского кряжа и ограничен с севера широтой 66° (на этом рубеже выходы метаморфических пород разделяют кряж на две части – Северотиманскую и Среднетиманскую). На юге граница проводится по южному окончанию Четласского камня. Район, откуда происходит изученный материал, расположен в северо-западной части Республики Коми и относится к Усть-Цилемскому административному району; в географическом отношении он находится в пределах листов Q-39-XIX–XXI топографической карты масштаба 1:200000. Гидрографическая сеть района представлена основной водной артерией – р. Цильма, а в северной части ее притоком – р. Косма.

Терригенные средне-позднедевонские отложения в бассейне р. Цильма расчленяются на яранский (яранская свита), джьерский (лиственничная и валсовская свиты) и тиманский (цилемская и устьчиркинская свиты), саргаевский (устьярегская свита) и доманиковский (крайпольская свита) горизонты [Цаплин, 1984].

Исследования Цилемской площади Среднего Тимана имеют более чем пятивековую историю, начиная с 1491 года, когда по указу царя Ивана III была организована государственная экспедиция с целью поиска серебряной и медной руды. Наиболее активные геологические исследования проводились в годы Советской власти, затем в период «перестройки» и позже интерес к этому району почти полностью пропал, и только в по-

следнее время возобновились геологические и научные работы [Шумилов, 2008].

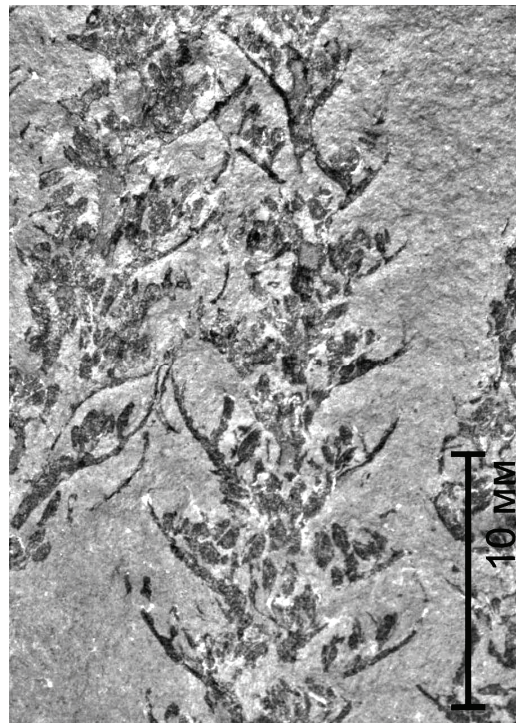
Первые сведения о растительных макроостатках на Среднем Тимане появились в конце XIX столетия в работе А.А. Шренка [1855]. На р. Цильма он отметил находку окаменелой древесины. В.А. Варсанофьева [1922], описывая результаты экспедиции 1917 года на Цильму, также отмечала находки растительных остатков и упоминала о прослоях каменного угля. Несмотря на сведения о находках в районе р. Цильма остатков ископаемых растений, до недавнего времени никто не занимался их изучением.

С 2008 по 2012 годы И.Х. Шумилов описал более трехсот обнажений по берегам р. Цильма и ее притоков. В ходе полевых исследований цилемской и устьчиркинской свит им впервые были обнаружены погребенные почвы с инситуными корневыми системами [Шумилов, Мингалев, 2009; Шумилов, 2010], а также остатки анатомически сохранившегося ствола археоптерисовых *Callixylon trifilievii* Zalessky, описанные О.А. Орловой и др. [2011]. Позже И.Х. Шумилов собрал остатки ветвей, определенные С.М. Снегиревским как виды рода *Archaeopteris*, в том числе *Archaeopteris fissilis*.

Репродуктивные органы *A. fissilis* на Среднем Тимане найдены в обн. 317, расположенном на левом берегу р. Цильма (ТН 317; 65°33'44,2" с.ш., 49°22'36,8" в.д.). Описание разреза, составленное И.Х. Шумиловым, приведено в работе [Ардашова, 2013]. Из этих же отложений описан палинокомплекс, соответствующий региональной миоспоровой зоне *Cristatisporites pseudodeliquescentis*, установленной на Южном Тимане в отложениях саргаевского возраста [Тельнова, 2007].

Растительные макроостатки представлены углистыми фитолеймами хорошей сохранности. Фертильная веточка образца №317/1 (см. рисунок) целиком спороносная, длина перьев 4,5 см, ширина 1,2 см. Узкий (до 0,1 см) рахис несет супротивно расположенные, несколько изогнутые к верхушке пера тонкие дихотомирующие веточки (фертильные редуцированные перышки). Микроспорангии хорошей сохранности, числом до 8, расположены на их акропетальной (обращенной к верхушке пера) стороне веточки. Они имеют овальное очертание, собраны в группы по 2–3. Длина спорангиев от 1,3 до 1,8 мм, ширина от 0,5 до 0,8 мм.

Для извлечения спор из спорангиев использовался метод, значительно ускоряющий процесс, а также исключаящий возможность «заражения» чужеродными дисперсными миоспорами. Этот метод прост, позволяет исследовать споры из конкретного спорангия [Тельнова, 2007] и состо-



**Рисунок.** Фертильная веточка *Archaeopteris fissilis* Schmalhausen (фото Е.М. Ардашовой); экз. №317/1, Средний Тиман, левый берег р. Цильма, обн. 317; поздний девон, саргаевский горизонт

ит из пяти операций: 1) находящиеся в породе растительные фоссилии смачиваются 76%-ным спиртом для предотвращения раскрошивания материала; 2) спорангии вычлняются скальпелем, переносятся на предметное стекло и заливаются смесью Шульце ( $\text{HNO}_3 + \text{KClO}_3$ ); 3) окисление органического вещества в этой смеси проводится в термостате при  $t=70^\circ\text{C}$  (7–10 мин.); 4) материал отмывается дистиллированной водой (5–6 раз) до полного удаления смеси Шульце; 5) продукты окисления удаляются 10%-ным водным раствором аммиака. Все описанные операции контролируются под бинокляром.

Спорангии *A. fissilis* содержат множество микроспор, часть которых сохранилась в тетрадах (табл. I). Мегаспоры в спорангиях не отмечены. При этом на поверхности остатка встречены отдельные мегаспоры (иногда группами). Поскольку не исключено, что это споры других растений, они в данной работе не рассматриваются.

Микроспоры имеют округлое или округло-треугольное очертание. Экваториальный диаметр 60–70 мкм. Дистальная сторона (табл. II, фиг. 7, 8) спор равномерно бугорчатая, скульптурные элементы сложные: на извилистых выпуклых участках располагаются более мелкие бугорки, на которых в свою очередь имеются еще меньшие бугорки и бородавочки. Тетрадный рубец

отчетливый, трехлучевой (табл. II, фиг. 1, 4). Скульптурные элементы дистальной и проксимальной сторон сходны по форме – от округлых бугорков до остро- и тупоконических шипиков (табл. II, фиг. 1–6). Такую же скульптуру имеет и поверхность тетрадных рубцов.

Микроспоры *A. fissilis* сходны с дисперсными спорами *Geminospora rugosa* (Naumova) Obukh. Последние известны в стратиграфическом интервале от среднего (живет) до позднего (фран, фамен) девона включительно. Наряду с *G. micromanifesta* (Naumova) Owens и другими сходными спорами они формируют доминирующую группу в палинокомплексах франского возраста.

Ранее [Тельнова, 2007] споры, подобные *Geminospora* (Balme) Owens, были изучены из спорангиев *Archaeopteris fimbriata* Nathorst. Его макроостатки найдены в нижнефаменных отложениях Северного Тимана (р. Волонга). Микро- и мегаспорангии располагаются на одном растении группами. Они имеют одинаковую ланцетовидную форму, длиной ~1,8 мм и шириной 0,4 мм. В каждом макроспорангии содержится 16 мегаспор. Диаметр мегаспор 500–600 мкм. Микроспорангии содержат множество микроспор округлого или округло-треугольного очертания. Экваториальный диаметр 65–80 мкм. Дистальная сторона спор равномерно

бугорчатая. Под СЭМ отчетливо выделяется сложная ячеисто-бугорчатая скульптура. Тетрадный рубец трехлучевой. С проксимальной стороны скульптура площади ареи значительно отличается от остальной поверхности споры. Скульптурные элементы здесь значительно мельче и более разнообразны по форме (от округлых бугорков до остро- и тупоконических шипиков). Такую же скульптуру имеет и поверхность тетрадных рубцов. Микроспоры *A. fimbriata* сходны с дисперсными спорами *Geminospora micromanifesta*. Последние отличаются от микроспор *A. fissilis* формой и величиной скульптурных элементов проксимальной стороны и размерами спор.

С.М. Снигиревский с соавторами [2007] также выделили споры из спорангиев *A. fissilis*, но не установили их соотношение с таксонами дисперсных миоспор. Мы же в своей работе сравнили инситные и дисперсные споры, что позволяет более обосновано проводить палеоэкологические и палеогеографические реконструкции.

С учетом новых данных анализ таксономического состава палинокомплексов подтверждает космополитный характер археоптерисовой флоры. На территории Среднего Тимана в позднедевонское время одним из главных лесообразующих элементов являлся *Archaeopteris fissilis*.

## Литература

- Ардашова Е.М. К истории изучения девонских флор. Новое местонахождение археоптерисовой флоры на Среднем Тимане // Палеоботанический временник. – 2013. – Вып. 1. – С. 88–95.
- Варсанюфьева В.А. Очерки Тимана // Землеведение. – 1922. – Кн. I-II. – С. 1–74.
- Орлова О.А., Юрина А.Л., Горденко Н.В. О первой находке древесины археоптерисовых в верхнедевонских отложениях Среднего Тимана // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. – 2011. – №5. – С. 42–47.
- Снигиревский С.М., Чибрикова Е.В., Олли В.А. Ископаемые растения со спорами в спорангиях из верхнедевонских (франских) отложений Северного Тимана // Палеонтол. журн. – 2007. – №4. – С. 104–110.
- Тельнова О.П. Миоспоры из средневерхнедевонских отложений Тимано-Печорской провинции. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 136 с.
- Цаплин А.Е. Основные черты строения яранской и листовичной свит нижнего франка в северо-западной части Среднего Тимана // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1984. – №6. – С. 15–20.
- Шренк А.А. Путешествие к северо-востоку Европейской России через тундры самоедов к северным Уральским горам, предпринятое в 1837 году. Пер. с нем. I части изд. 1848 г. – СПб., 1855. – 665 с.
- Шумилов И.Х. История открытия первого медного месторождения в России // Горн. журн. – 2008. – №12. – С. 88–90.
- Шумилов И.Х. Первая находка палеопочв в зеленоцветных девонских отложениях Среднего Тимана // Докл. АН. – 2010. – Т. 434. – №4. – С. 515–517.
- Шумилов И.Х. Условия сохранности инситных корневых систем в девонских отложениях Среднего Тимана // Литология и полезн. ископаемые. – 2013. – №1. – С. 60–69.
- Шумилов И.Х., Мингалев А.Н. Первая находка палеопочв в красноцветных девонских отложениях Среднего Тимана // Докл. АН. – 2009. – Т. 428. – №2. – С. 225–227.
- Banks H.P. Floral assemblages in the Siluro-Devonian // D.L. Dilcher, T.N. Taylor (eds). Biostratigraphy of fossil plants. – Stroudsboung: Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. – P. 1–24.

## Объяснения к фототаблицам

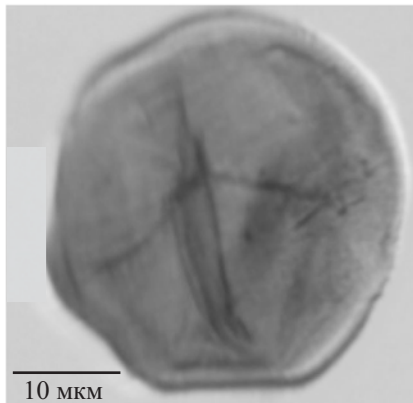
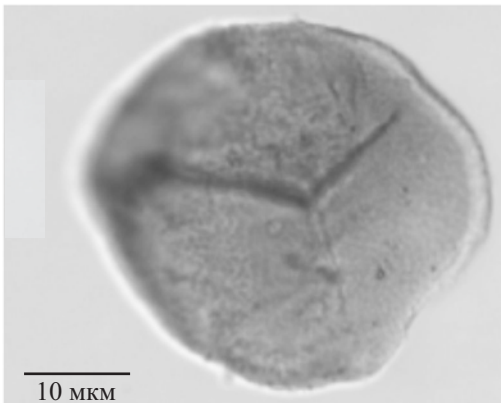
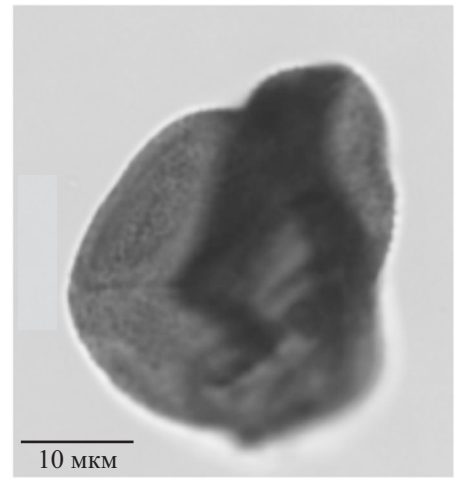
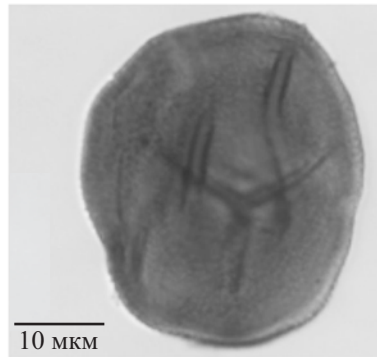
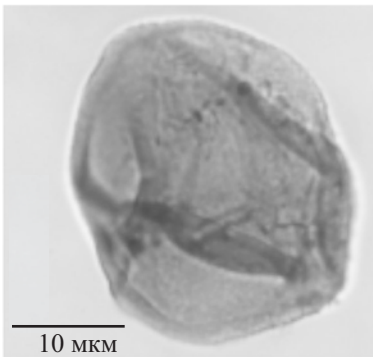
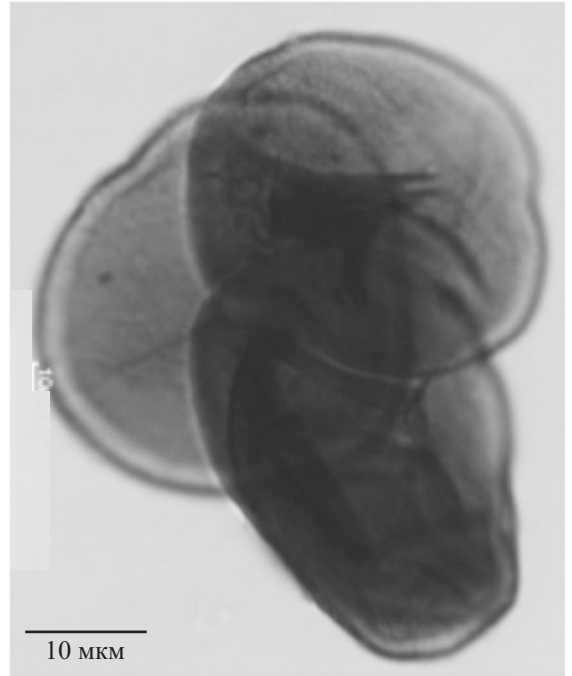
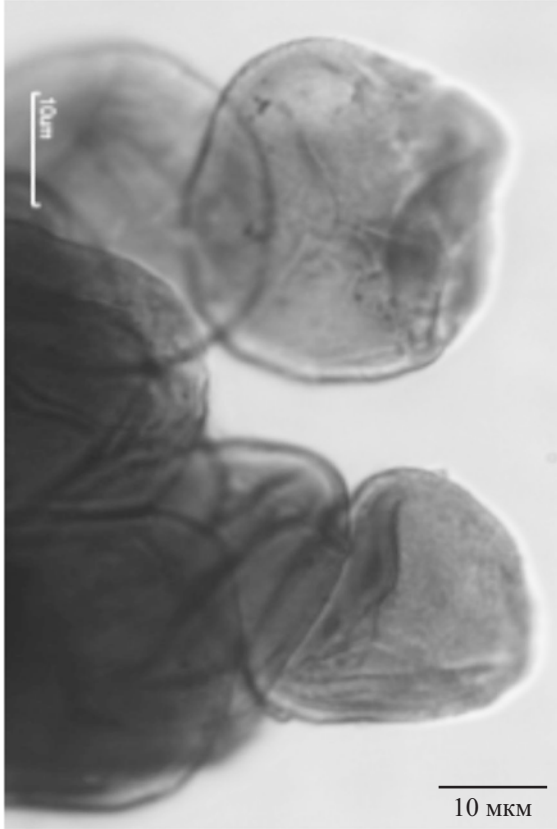
Коллекция макро- и микрофоссилий хранится в лаборатории стратиграфии ИГ Коми НЦ УрО РАН

Таблица I

Фиг. 1–8. Микроспоры из спорангиев *Archaeopteris fissilis* Schmalhausen под световым микроскопом; экз. №317/1, Средний Тиман, левый берег р. Цильма, обн. 317, поздний девон, саргаевский горизонт.

Таблица II

Фиг. 1–8. Микроспоры из спорангиев *Archaeopteris fissilis* Schmalhausen под СЭМ; экз. №317/1, Средний Тиман, левый берег р. Цильма, обн. 317, поздний девон, саргаевский горизонт: 1–6 – проксимальная поверхность; 7, 8 – дистальная поверхность.



1

2

3

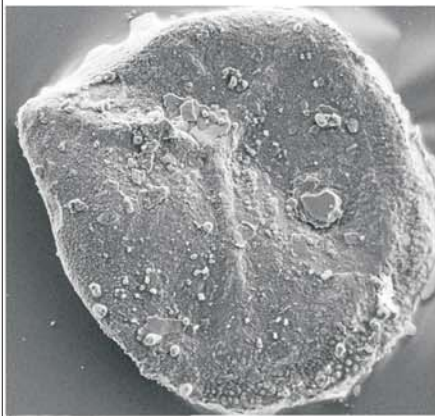
4

5

6

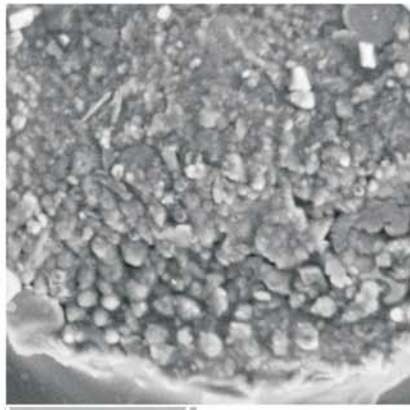
7

8



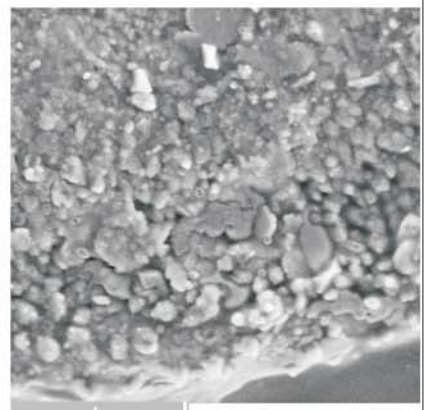
20 мкм

1



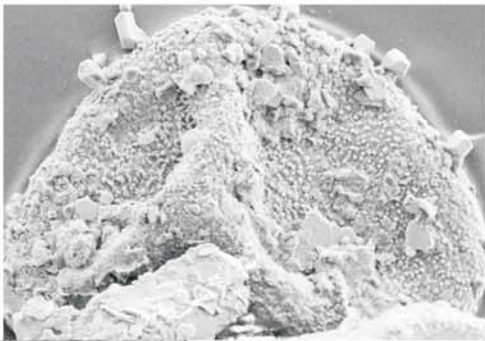
2 мкм

2



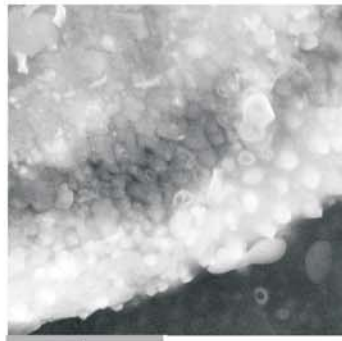
2 мкм

3



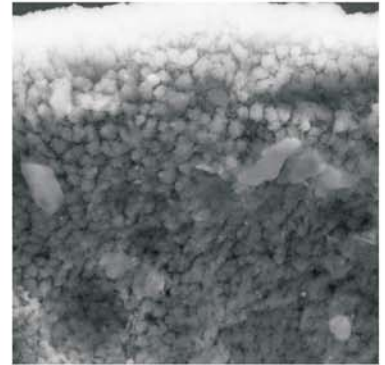
10 мкм

4



2 мкм

5



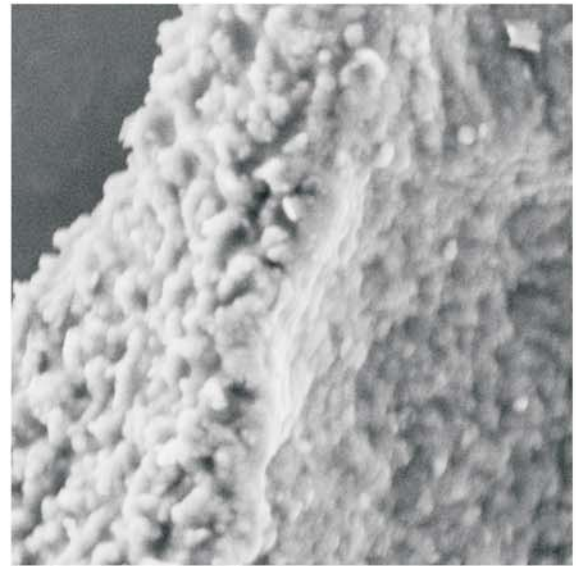
10 мкм

6



20 мкм

7



2 мкм

8