



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2024-66-2-91-100>  
УДК 561:551.734.3(470.323)



## ЖИВЕТСКИЕ МЕГАСПОРОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МИХАЙЛОВСКОГО КАРЬЕРА (КУРСКАЯ ОБЛ.)

Д.И. МАРИНИНА\*, О.А. ОРЛОВА

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
1, Ленинские горы, г. Москва 119991 Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Впервые изучены дисперсные мегаспоры из живетских отложений Михайловского карьера Курской области. После химической мацерации проб, отбора и определения было идентифицировано 12 видов, относящихся к 8 родам дисперсных мегаспор. На основании анализа послонного распределения дисперсных мегаспор в изученном обнажении установлено два мегаспоровых комплекса, характеризующих нижнюю (комплекс М1) и верхнюю (М2) части разреза. В обоих комплексах преобладают мелкоразмерные азонатные мегаспоры рода *Hystricosporites* McGregor, но различной видовой принадлежности. Верхний комплекс (М2) более разнообразный по таксономическому составу. Обнаруженные дисперсные мегаспоры, помимо живетских отложений Михайловского карьера, были ранее установлены в разновозрастных отложениях Канады и Ливии.

**Цель:** изучение дисперсных мегаспор из живетских отложений Михайловского карьера (Курская обл.) и установление мегаспоровых комплексов для данного разреза.

**Материалы и методы.** Для исследования были использованы образцы из глинистых отложений живетского яруса среднего девона Михайловского карьера (Курская обл., г. Железнодорожск), собранные сотрудниками Палеонтологического института РАН (далее ПИН РАН) летом 2017 г. Пробы мацерировались на кафедре палеонтологии с помощью концентрированной (55%) перекиси водорода. Сильно загрязненные образцы с мегаспорами дополнительно обрабатывались плавиковой кислотой и доочищались в горячих каплях технического спирта. Отбор, подсчет и определение отмацерированных проб дисперсных мегаспор проводились под стереомикроскопом Olympus CZ65 при увеличении в 20 и более раз. Микрофотографии получены на сканирующем электронном микроскопе TESCAN Vega-3, ПИН РАН.

**Результаты.** Всего было определено 12 видов, относящихся к восьми родам: *Hystricosporites* McGregor, *Verrucisporites* Chi et Hills, *Nikitinsporites* Chaloner, *Biharisporites* Potonié, emend. Glasspool, *Ancyrospora* Richardson, *Contagisporites* Owens, *Grandispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy, emend. McGregor и *Lagenicula* (Bennie et Kidston) Dybova-Jachowicz et al. На основе распределения по разрезу дисперсных мегаспор было выделено два мегаспоровых комплекса: М1 (нижний, сл. 7—12) и М2 (верхний, сл. 18—21).

**Заключение.** Установленные в живетских отложениях Михайловского карьера дисперсные мегаспоры ранее были описаны из разновозрастных отложений Арктической Канады. Большинство изученных мегаспор, скорее всего, продуцировались плауновидными, исходя из сравнения с идентичными инсидными мегаспорами, а также по ультратонкому строению спородермы, установленному ранее для некоторых видов. Следовательно, в живетских лесах изученного региона среди гетероспоровых растений произрастало достаточно много плауновидных, в том числе и древовидных, при незначительной роли древовидных археоптерисовых.

**Ключевые слова:** дисперсные мегаспоры, плауновидные, археоптерисовые, средний девон, живет, Курская область, комплексы

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Благодарности:** О.А. Лебедеву (ПИН РАН) за предоставленный для исследований материал из Михайловского карьера, проф. А.С. Алексееву (МГУ) за ценные советы при написании

статьи, Р.А. Ракизову и Е.А. Жегалло (ПИН РАН) за помощь при работе со сканирующим электронным микроскопом, Д.А. Мамонтову (МГУ) за помощь при мацерации некоторых проб.

**Для цитирования:** Маринина Д.И., Орлова О.А. Живетские мегаспоровые комплексы Михайловского карьера (Курская обл.). *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2024;66(2):91—100. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2024-66-2-91-100>

Статья поступила в редакцию 04.04.2024

Принята к публикации 06.06.2024

Опубликована 28.06.2024

\* Автор, ответственный за переписку

## GIVETIAN MEGASPORE ASSEMBLAGES OF THE MIKHAILOVSKY MINE (KURSK OBLAST)

DARIA I. MARININA\*, OLGA A. ORLOVA

Lomonosov Moscow State University  
1, Leninskie Gory, Moscow 119991 Russia

### ABSTRACT

**Background.** Disperse megaspores from the Givetian deposits of the Mikhailovsky mine, Kursk Oblast, were studied for the first time. Following chemical maceration of the samples, their selection and identification, 12 species belonging to 8 genera of disperse megaspores were identified. The conducted analysis of the layer-by-layer distribution of disperse megaspores in the studied outcrop, two megaspore assemblages were established, describing the lower (M1) and upper (M2) parts of the section. Both assemblages are dominated by small-sized azonate megaspores of the *Hystricosporites* McGregor genus, although belonging to different species. The upper assemblage (M2) is more diverse in terms of taxonomic composition. Along with the Givetian deposits of the Mikhailovsky mine, the identified disperse megaspores were previously found in coeval deposits of Canada and Libya.

**Aim.** To study of disperse megaspores from the Givetian deposits of the Mikhailovsky mine (Kursk Oblast) and to establish megaspore assemblages for this section.

**Materials and methods.** Samples of the clay deposits of the Givetian stage of the Middle Devonian from the Mikhailovsky mine (Kursk Oblast, Zheleznogorsk) were collected by employees of the Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences (PIN RAS) in the summer of 2017. The samples were macerated at the Department of Paleontology using concentrated (55%) hydrogen peroxide. The samples heavily contaminated with megaspores were additionally treated with hydrofluoric acid and further purified in hot drops of denaturated alcohol. Selection, counting, and determination of macerated samples of disperse megaspores were carried out using an Olympus CZ65 stereomicroscope at a 20x magnification or greater. Microphotographs were taken using a TESCAN Vega-3 scanning electron microscope (PIN RAS).

**Results.** A total of 12 species belonging to 8 genera were identified. These included *Hystricosporites* McGregor, *Verrucisporites* Chi et Hills, *Nikitinsporites* Chaloner, *Biharisporites* Potonié, emend. Glasspool, *Ancyrospora* Richardson, *Contagisporites* Owens, *Grandispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy, emend. McGregor, and *Lagenicula* (Bennie et Kidston) Dybova-Jachowicz et al. On the basis of disperse megaspore distribution along the section, two megaspore assemblages were established: M1 (lower, layers 7–12) and M2 (upper, layers 18–21).

**Conclusion.** The disperse megaspores established in the Givetian deposits of the Mikhailovsky mine were early described in the Arctic Canada. The majority of the studied megaspores were most likely produced by lycopsids. This conclusion is based on their comparison with identical in-situ megaspores, as well as on the ultrathin structure of the sporoderm, previously established for some species. Consequently, the Givetian forests of the studied region were populated with numerous lycopsids, including tree-like ones, among heterosporous plants, with an insignificant role of archopteridalean tree-like species.

**Keywords:** disperse megaspores, lycopsids, archaeopterids, Middle Devonian, Givetian age, Kursk region, assemblages

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**Acknowledgments:** the authors thank O.A. Lebedev (PIN RAS) for providing material from the Mikhailovskiy mine, prof. A.S. Alekseev (MSU) for valuable advice during the writing the manuscript, R. A. Rakitov and E.A. Zhegallo (PIN RAS) for their helping with using the scanning electron microscope, D.A. Mamontov (MSU) for helping with maceration of some samples.

**For citation:** Marinina D.I., Orlova O.A. Givetian megaspore assemblages of the Mikhailovskiy mine (Kursk oblast). *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2024;66(2):91—100. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2024-66-2-91-100>

*Manuscript received 04 April 2024*

*Accepted 06 June 2024*

*Published 28 June 2024*

\* Corresponding author

Дисперсные мегаспоры являются важным объектом исследований в палеонтологии, стратиграфии и других геологических отраслях. В среднедевонских отложениях земного шара они встречаются довольно часто и приурочены к терригенным углисто-глинистым прослоям. Среднедевонские отложения Воронежской антеклизы достаточно богаты дисперсными мегаспорами. Ранее они были обнаружены в скважинах Воронежской, Брянской и Липецкой областей [1, 2, 10]. Настоящая статья посвящена дисперсным мегаспорам Михайловского карьера Курской области. Они были обнаружены и изучены здесь впервые.

### Материалы и методы

Михайловский карьер расположен недалеко от города Железногорска в Курской области (рис. 1). Летом 2017 г. во время полевых работ группой палеонтологов ПИН РАН был описан и опробован на разные группы ископаемых разрез живетских отложений, представленный в основном глинами и алевролитами с включениями углистого материала (рис. 2). На установление дисперсных мегаспор в разрезе нам было передано для обработки и дальнейшего изучения 10 проб (рис. 3).

Мацерация образцов проводилась в палеонтологической лаборатории кафедры палеонтологии геологического факультета МГУ. При обработке применяли методику И.В. Петровой с изменениями [3]. Недробленные пробы в навеске 50 г помещались в термостойкие стаканы и заливались концентрированной (55% медицинской)

перекисью водорода на 2 часа. По истечении двух часов мацерат промывался проточной водой в ситах с фракцией 0,1 мм. После просушенный порошок просматривался под бинокляром. Обработка концентрированной перекисью водорода повторялась до тех пор (обычно 2—3 раза), пока дисперсные мегаспоры полностью не очищались. Сильноглинистые породы приходилось обрабатывать до 4—5 раз. Часто поверхность мелких мегаспор, особенно со сложной скульптурой, загрязнялась между выростами минеральными компонентами, поэтому их приходилось дополнительно обрабатывать с помощью плавиковой кислоты по методике Е.Г. Раевской и О.В. Шурековой [4]. Незначительные загрязнения удалялись с поверхности дисперсных мегаспор с помощью горячих капель технического спирта, в которых мегаспоры достаточно легко очищались.

Просмотр мацерата и отбор дисперсных мегаспор проводился под стереомикроскопом Olympus CZ65 при увеличении в 20 и более раз. Микрофотографии получены на сканирующем электронном микроскопе TESCAN Vega 3 и Vega 2, ПИН РАН.

### Результаты и обсуждение

После химической обработки десяти образцов было установлено, что только четыре пробы содержали дисперсные мегаспоры хорошей и удовлетворительной сохранности (слои 7, 12, 18, 21). В результате определения и подсчета встреченных дисперсных мегаспор нами были выделены два мегаспоровых комплекса: нижний — М1 (слои 7—12) и верхний — М2 (слои 18—21). В нижнем



**Рис. 1.** Схема расположения Михайловского карьера (г. Железногорск, Курская область)  
**Fig. 1.** The layout of the Mikhailovskiy mine (Zheleznogorsk, Kursk region)



**Рис. 2.** Фотография изученного обнажения живетских отложений в Михайловском карьере (Курская область).  
Фото С.Е. Вдовиченко, 2023  
**Fig. 2.** Photograph of the studied outcrop of Givetian deposits in the Mikhailovskiy mine (Kursk region). Photo by  
S.E. Vdovichenko, 2023

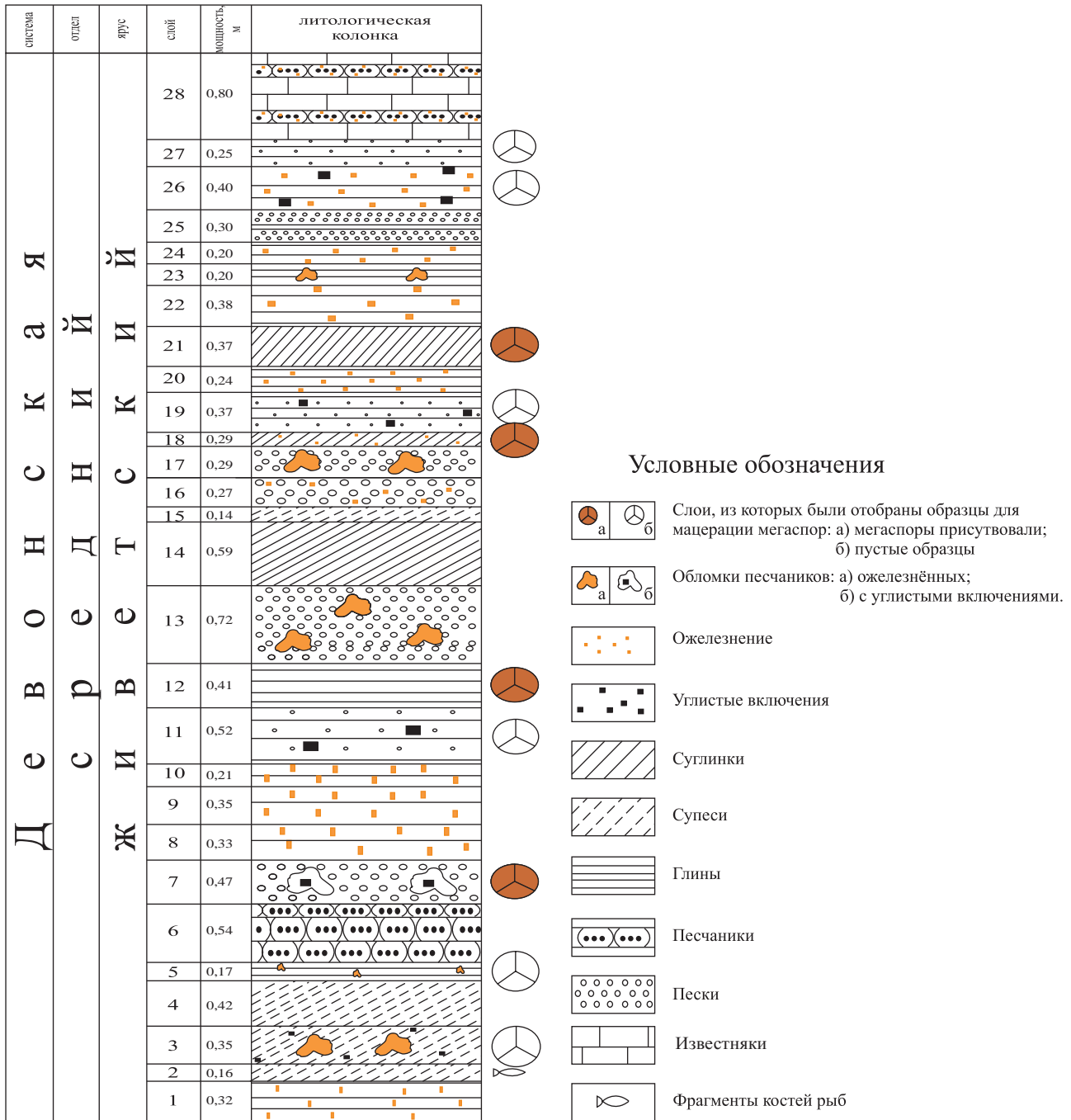


Рис. 3. Литологическая колонка разреза живетских отложений Михайловского карьера и интервал с образцами, исследуемых на мегаспоровые комплексы (составлена по описанию разреза Е.С. Казанцевой, 2016)

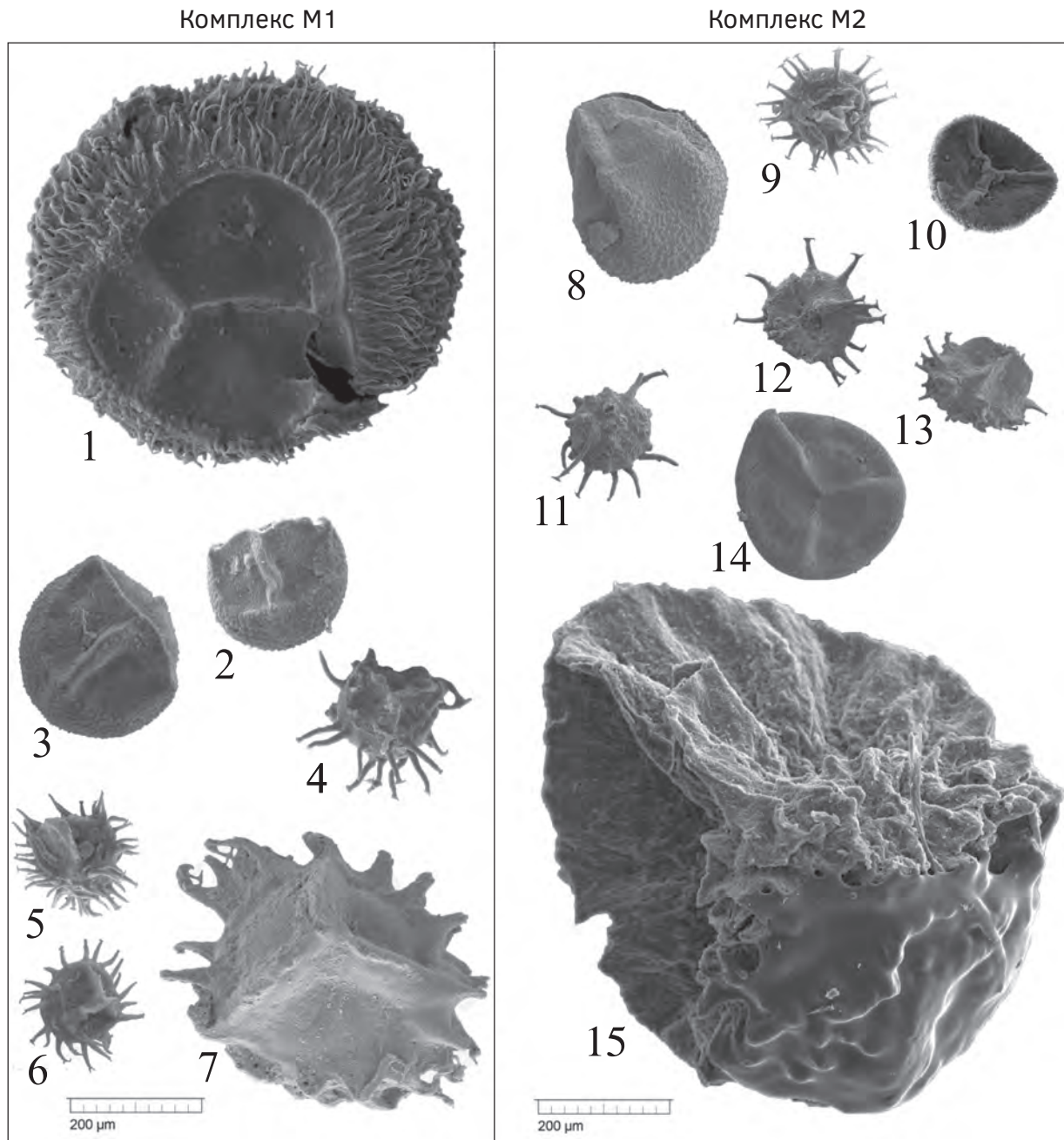
Fig. 3. Lithological column of the Givetian deposits section of the Mikhailovskiy mine and the interval with samples studied for megaspore complexes (compiled from the description of the section by E.S. Kazantseva, 2016)

комплексе обнаружено 6 видов дисперсных мегаспор, относящихся к четырем родам: *Hystricosporites* McGregor, *Verrucisporites* Chi et Hills, *Nikitinsporites* Chaloner и *Biharisporites* Potonié, emend. Glasspool. Преобладают в комплексе округлые азонатные мио-мегаспоры рода *Hystricosporites*

(52,5% от общего числа встреченных мегаспор в комплексе) с суживающимися по направлению к апикальной части, бифуркирующими на концах выростами, слегка загнутыми назад. Такие сложные выросты распространены как на дистальной, так и на проксимальной сторонах споры.

В комплексе М1 род *Hystricosporites* представлен двумя видами: *H. gravis* Owens — 35% (рис. 4, фиг. 5, 6) и *H. elongatus* Chi et Hills — 17,5%

(рис. 4, фиг. 4). Следует отметить, что диаметр встреченных миегаспор рода *Hystricosporites* не превышает 150 мкм.



**Рис. 4.** Фототаблица мегаспоровых комплексов (комплекс М1 — слева; комплекс М2 — справа). Все изображённые экземпляры мегаспор происходят из среднего девона, живецкого яруса, Михайловского карьера, Курская область. Комплекс М1: фиг. 1. *Biharisporites arcticus* var. *productus* Chi et Hills, 1976, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 12.8); фиг. 2. *Verrucisporites submamillarius* (McGregor) Chi et Hills, 1976, внешний вид в субэкваториальной проекции (обр. сл. 12.1); фиг. 3. *Verrucisporites medius* var. *medius* Chi et Hills, 1976, внешний вид в полярной проекции (обр. сл. 12.5); фиг. 4. *Hystricosporites elongatus* Chi et Hills, 1976, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 12.5); фиг. 5. *Hystricosporites gravis* Owens, 1971, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 12.4); фиг. 6. *Hystricosporites gravis* Owens, 1971, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 12.4);

фиг. 7. *Nikitinsporites canadensis* Chaloner, 1959, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 7-3).  
 Комплекс M2: фиг. 8. *Verrucisporites submamillarius* (McGregor) Chi et Hills, 1976, внешний вид в субэкваториальной проекции (обр. сл. 21-1); фиг. 9. *Hystricosporites cf. delectabilis* McGregor, 1960, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 21-7); фиг. 10. *Grandispora* sp., внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 21-4); фиг. 11. *Hystricosporites cf. grandis* Owens, 1971, внешний вид экваториальной проекции (обр. сл. 21-12); фиг. 12. *Hystricosporites expandus* Chi et Hills, 1976, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 21-15); фиг. 13. *Ancyrospora furcula* Owens, 1971, внешний вид в проекции (обр. сл. 21-5); фиг. 14. *Contagisporites optivus* Owens, 1971, внешний вид в экваториальной проекции (обр. сл. 21-15); фиг. 15. *Lagenicula milleri* Steemans et al 2011, внешний вид в боковой проекции (обр. сл. 18-1).  
 Длина масштабной линейки 200 мкм.

**Fig. 4.** Photo table of megaspore complexes (complex M1 — on the left; complex M2 — on the right). All megaspore specimens depicted come from the Middle Devonian, Givetian Stage, Mikhailovskiy mine, Kursk Region.  
 Complex M1: fig. 1. *Biharisporites arcticus* var. *productus* Chi et Hills, 1976, appearance in equatorial projection (sample l. 12.8); fig. 2. *Verrucisporites submamillarius* (McGregor) Chi et Hills, 1976, appearance in subequatorial projection (sample l. 12.1); fig. 3. *Verrucisporites medius* var. *medius* Chi et Hills, 1976, appearance in polar projection (sample l. 12-1); fig. 4. *Hystricosporites elongatus* Chi et Hills, 1976, appearance in equatorial projection (sample l. 12.5); fig. 5. *Hystricosporites gravis* Owens, 1971, appearance in equatorial projection (sample l. 12.4); fig. 6. *Hystricosporites gravis* Owens, 1971, appearance in equatorial projection (sample l. 12.4); fig. 7. *Nikitinsporites canadensis* Chaloner, 1959, appearance in equatorial projection (sample l. 17-3).  
 Complex M2: fig. 8. *Verrucisporites submamillarius* (McGregor) Chi et Hills, 1976, appearance in subequatorial projection (sample l. 21-1); fig. 9. *Hystricosporites cf. delectabilis* McGregor, 1960, appearance in equatorial projection (sample l. 21-7); fig. 10. *Grandispora* sp., appearance in equatorial projection (sample l. 21-4); fig. 11. *Hystricosporites cf. grandis* Owens, 1971, equatorial view (samples l. 21-12); fig. 12. *Hystricosporites expandus* Chi et Hills, 1976, appearance in equatorial projection (samples l. 21-15); fig. 13. *Ancyrospora furcula* Owens, 1971, projection (sample l. 21-5); fig. 14. *Contagisporites optivus* Owens, 1971, appearance in equatorial projection (sample l. 21-15); fig. 15. *Lagenicula milleri* Steemans et al 2011, lateral view (sample l. 18-1).  
 The length of the scale bar is 200  $\mu$ m.

Четверть обнаруженных в комплексе M1 мегаспор относится к роду *Verrucisporites* (25%), для которого характерны следующие признаки: неравномерно расположенные по поверхности тела спор бородавки и приподнятые губы, образующие верхушечный выступ. Встречено два вида мегаспор этого рода: *V. submamillarius* (McGregor) Chi et Hills — 17,5% (рис. 4, фиг. 2) и *V. medius* var. *medius* Chi et Hills — 7,5% (рис. 4, фиг. 3). Диаметр мегаспор от 270 до 285 мкм. 15% от общего числа обнаруженных мегаспор в нижнем комплексе представлено округлыми, относительно крупными (до 400 мкм в диаметре) мегаспорами рода *Nikitinsporites*. Встречен единственный вид — *N. canadensis* Chaloner (рис. 4, фиг. 7). Ранее этот вид был установлен из девонских отложений Арктической Канады [7, 8]. Для него характерна хорошо выраженная губастая, сильно возвышающаяся (до 120 мкм в высоту) трехлучевая щель разверзания. Наружная поверхность мегаспоры осложнена многочисленными хаотично расположенными тонкими выростами, некоторые из которых имеют общее основание или ветвятся у апекса, образуя якоревидное окончание.

В незначительном количестве (7,5%) в нижнем комплексе установлены округлые мегаспоры рода *Biharisporites* с отчетливо выраженной контактной ареей, ограниченной дугами курватуры.

В комплексе M1 встречен один подвид — *B. arcticus* var. *productus* Chi et Hills (рис. 4, фиг. 1). Наружная поверхность мегаспор *B. arcticus* var. *productus* несет скульптурные элементы в виде длинных шипов с заостренным концом, часто к верхушке изогнутых, длиной от 40 мкм и более. Диаметр некоторых таких мегаспор достигает 680 мкм. Подобные мегаспоры ранее были найдены и изучены в живетских отложениях Воронежской области [10].

Таким образом, в комплексе M1 преобладают азотатные округлые мегаспоры с отчетливо выраженными губастыми щелями разверзания и длинными выростами наружной поверхности (*Hystricosporites*, *Biharisporites* и *Nikitinsporites*). Сохранность мегаспор нижнего комплекса отличается по слоям: дисперсные мегаспоры слоя 7 сильно повреждены, поверхность корродирована, из-за чего при определении таксонов возникали определенные трудности. Мегаспоры слоя 12 имели хорошую и удовлетворительную сохранность, эскина мегаспор была практически не повреждена, за исключением иногда обломанных длинных выростов. Это связано с различием в отложениях: 7 слой представлен грубообломочным материалом, в то время так 12 слой — преимущественно глинистый материал. Следует отметить, что все определенные в комплексе M1 таксоны ранее были встречены в средне-верхнедевонских отложениях Арктической Канады [8].

В верхнем комплексе M2 определены 7 видов дисперсных мегаспор, относящихся к шести родам: *Hystricosporites* McGregor, *Verrucisporites* Chi et Hills, *Ancyrospora* Richardson, *Contagisporites* Owens, *Grandispora* Hoffmeister, Staplin et Malloy, emend. McGregor и *Lagenicula* (Bennie et Kidston) Dybova-Jachowicz et al. Доминируют в верхнем комплексе, так же как и в нижнем, мелкие азонатные мегаспоры рода *Hystricosporites* — 63,5%, однако в ином видовом составе: *H. cf. delectabills* McGregor — 25% (рис. 4, фиг. 9), *H. expandus* Chi et Hills — 22% (рис. 4, фиг. 12), *H. cf. grandis* Owens — 16,5% (рис. 4, фиг. 11). Чуть менее 15% в комплексе M2 встречено некрупных зонатных мегаспор рода *Contagisporites* (14%). Отличительной особенностью этого рода является то, что трилетные лучи щели разверзания достигают в длину практически экватора мегаспоры.

Определен один вид рода *C. optivus* Owens (рис. 4, фиг. 14). Менее 10% в комплексе M2 бородавчатых мегаспор рода *Verrucisporites*. Для сравнения, в нижнем комплексе четверть мегаспор относилась к этому роду. Был определен один вид, найденный ранее в нижнем комплексе, — *V. submamillarius* — 9% (рис. 4, фиг. 8). Единично обнаружены в верхнем комплексе мелкие зонатные миомегаспоры рода *Ancyrospora* (4,5%). Мегаспоры этого рода имеют определенное сходство, выраженное присутствием сложных выростов на наружной поверхности, с мегаспорами родов *Hystricosporites* и *Nikitinsporites*, отличаясь от последних наличием зоны и характером выростов. Был определен один вид рода *Ancyrospora*: *A. furcula* Owens (рис. 4, фиг. 12), для которого характерно субконцентрическое расположение мультифуркирующих выростов. Диаметр мегаспор *A. furcula* не более 170 мкм. Также единично в верхнем комплексе были отмечены мелкие треугольно-округлые зонатные мегаспоры *Grandispora* sp. (4,5%) (рис. 4, фиг. 10). Очень крупные (до 850 мкм) дисперсные мегаспоры рода *Lagenicula* (4,5%) с ярко выраженным верхушечным выступом в виде гологулы (до 480 мкм высотой) представлены видом *L. milleri* Steemans et al. (рис. 4, фиг. 15).

Таким образом, в комплексе M2 также преобладают разнообразные азонатные мегаспоры с бифуркирующими выростами. На втором месте по количеству встреченных форм здесь зонатные мегаспоры рода *Contagisporites*, в отличие от нижнего комплекса, где вторыми по количеству были дисперсные мегаспоры рода *Verrucisporites*. Сохранность дисперсных мегаспор,

обнаруженных в верхнем комплексе, в основном удовлетворительная, многие экземпляры были поврежденными, что связано с наличием в изученных слоях включений грубообломочного материала. Все таксоны, определенные в мегаспоровом комплексе M2, ранее были встречены в среднедевонских отложениях Ливии [9, 12] и Арктической Канады [8]. Следует отметить, что оба выделенных здесь комплекса имеют доминирующими мелкие мегаспоры рода *Hystricosporites*, однако представлены они разными видами. Кроме того, верхний комплекс M2 немного богаче по таксономическому составу по сравнению с нижним M1 (7 видов из 6 родов против 6 видов из 4 родов).

### Заключение

На основе проведенных ранее исследований инситных и дисперсных мегаспор, в том числе по результатам изучения ультратонкого строения их оболочки, для некоторых встреченных нами дисперсных мегаспор можно предположить их материнские растения. Так, найденные в изученном разрезе дисперсные мегаспоры *Verrucisporites submamillarius* ранее были обнаружены в спорангиях гетероспорового древовидного плауновидного *Protolepidodendropsis pulchra* Нøег [6]. У дисперсных мегаспор *Biharisporites arcticus* var. *productus*, встреченных нами также только в нижнем комплексе M1, ранее было изучено ультратонкое строение оболочки спор [10], в результате чего было показано, что наружный слой спородермы состоит из трехмерно ветвящихся элементов, что характерно для наружного слоя спородермы плауновидных, а значит, по всей видимости, мегаспоры *B. arcticus* var. *productus* продуцировались плауновидными. В верхнем комплексе M2 единично были найдены крупные мегаспоры рода *Lagenicula*, ранее описанные из спорангиев плауновидных (древовидных лепидодендровых). Также в верхнем комплексе M2 были обнаружены дисперсные мегаспоры рода *Contagisporites*, которые неоднократно описывались из спорангиев археоптерисовых [11]. По данным А.Л. Юриной, в верхнем ярусе среднедевонских лесов доминировали равноспоровые (?) кладоксилиевые папоротниковидные [5]. Средний ярус леса был представлен аневрофитовыми прогимноспермовыми, а нижний — редкими плауновидными. Наши результаты показывают, что среди гетероспоровых растений в лесах среднего девона было достаточно много плауновидных, в том числе и древовидных, кроме того, произрастали редкие древовидные археоптерисовые.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Канаркина А.О., Маринина Д.И., Орлова О.А., Завьялова Н.Е. Первые результаты изучения комплекса дисперсных мегаспор из среднедевонских отложений скв. Щигры-16 (Курская обл.) // Современная палеонтология: классические и новейшие методы. Шестнадцатая всероссийская научная школа молодых ученых-палеонтологов. М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка Российской академии наук, 2019. С. 14.
2. Маринина Д.И., Орлова О.А. Первые данные о дисперсных мегаспорах из среднедевонских отложений скважины Трубчевск-13, Брянская область // Современная палеонтология: классические и новейшие методы: девятнадцатая всероссийская научная школа молодых ученых-палеонтологов. М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка Российской академии наук, 2023. С. 30—31.
3. Ошуркова М.В. Мегаспоры карбона. Систематика. Биостратиграфическое значение. СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 112 с.
4. Раевская Е.Г., Шурекова О.В. Современные технологии и оборудование в обработке карбонатно-терригенных пород для палинологического анализа // Проблемы современной палинологии. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. С. 103—107.
5. Юрина А.Л. Первые девонские леса на земле: появление, состав растений, типы лесных экосистем и их распространение // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2024. № 1. С. 38—46.
6. Berry C., Marshall J. Lycopside forests in the early Late Devonian paleoequatorial zone of Svalbard // *Geology*, 2015. Vol. 43. No. 12. P. 1043—1046.
7. Chaloner W. G. Devonian Megaspores from Arctic Canada // *Palaeontology*. 1959. Vol. 1. Part 4. P. 312—332.
8. Chi B.I., Hills L.V. Biostratigraphy and taxonomy of devonian megaspores, Arctic Canada // *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. 1976. Vol. 24. No. 4. P. 640—818.
9. de Ville de Goyet F., Breuer P., Gerrienne P. et al. Middle Devonian (Givetian) megaspores from Belgium (Ronquières) and Libya (A1-69 borehole). In: Steemans, P., Javaux, E.J. (Eds.), *Recent advances in Palynology: Carnets de Géologie // Notebooks in Geology*. Brest. 2007. P. 68—73.
10. Kanarkina A., Zavalova N., Orlova O., Joshi A. Sporoderm ultrastructure of some Devonian and Permian representatives of Biharisporites and their botanical affinity // *Palynology*, 2022. Vol. 46. No. 4. P. 1—20.
11. Marshall J., Holterhoff P., El-Abdallah S. The archaeopterid forests of Lower Frasnian (Upper Devonian) westernmost Laurentia: biota and depositional environment of the Maywood formation in northern Wyoming as reflected by palynoflora, macroflora, fauna, and sedimentology // *International Journal of Plant Science*, 2022. Vol. 183. P. 465—492.
12. Steemans P., Breuer P., Petuset E. et al. Diverse assemblages of Middle Devonian megaspores from Libya // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2011. Vol. 165. P. 154—174.

## REFERENCES

1. Kanarkina A.O., Marinina D.I., Orlova O.A., Zav'yalova N.E. The first results of studying a complex of dispersed megaspores from the Middle Devonian deposits of the well. Shchigry-16 (Kursk region) // *Modern paleontology: classical and newest methods. sixteenth all-Russian scientific school of young scientists-paleontologists*. Moscow: PIN RAS, 2019. P. 14. (In Russian).
2. Marinina D.I., Orlova O.A. First data on dispersed megaspores from the Middle Devonian deposits of the Trubchevsk-13 well, Bryansk region // *Modern paleontology: classical and newest methods: xix All-Russian scientific school of young paleontologists*. Moscow: PIN RAS. 2023. P. 30—31 (In Russian).
3. Oshurkova M.V. Carboniferous megaspores. Taxonomy. Biostratigraphic significance. St. Petersburg: VSEGEI. 2001. 112 p. (In Russian).
4. Raevskaya E.G., Shurekova O.V. Modern technologies and equipment in the processing of carbonate-terrigenous rocks for palynological analysis. *Problems of modern palynology*. Syktvykar: IG Komi Scientific Center Ural Branch RAS, 2011. P. 103—107 (In Russian).
5. Yurina A.L. The first Devonian forests on earth: appearance, composition of plants, types of forest ecosystems and their distribution // *Vestn. Moscow un-ty. Ser. 4. Geology*. 2024. No. 1. P. 38—46 (In Russian).
6. Berry C., Marshall J. Lycopside forests in the early Late Devonian paleoequatorial zone of Svalbard // *Geology*, 2015. Vol. 43. No. 12. P. 1043—1046.
7. Chaloner W. G. Devonian Megaspores from Arctic Canada // *Palaeontology*. 1959. Vol. 1. Part 4. P. 312—332.
8. Chi B.I., Hills L.V. Biostratigraphy and taxonomy of devonian megaspores, Arctic Canada // *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. 1976. Vol. 24. No. 4. P. 640—818.
9. de Ville de Goyet F., Breuer P., Gerrienne P. et al. Middle Devonian (Givetian) megaspores from Belgium (Ronquières) and Libya (A1-69 borehole). In: Steemans, P., Javaux, E.J. (Eds.), *Recent advances in Palynology: Carnets de Géologie // Notebooks in Geology*. Brest. 2007. P. 68—73.
10. Kanarkina A., Zavalova N., Orlova O., Joshi A. Sporoderm ultrastructure of some Devonian and Permian representatives of Biharisporites and their

- botanical affinity // *Palynology*, 2022. Vol. 46. No. 4. P. 1—20.
11. Marshall J., Holterhoff P., El-Abdallah S. The archaeopterid forests of Lower Frasnian (Upper Devonian) westernmost Laurentia: biota and depositional environment of the Maywood formation in northern Wyoming as reflected by palynoflora, macroflora, fauna, and sedimentology // *International Journal of Plant Science*, 2022. Vol. 183. P. 465—492.
12. Steemans P., Breuer P., Petuset E. et al. Diverse assemblages of Middle Devonian megaspores from Libya // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2011. Vol. 165. P. 154—174.

### ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Маринина Д.И. — провела мацерацию проб, отбор и фотографирование мегаспор, определение таксонов и выделение комплексов, разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Орлова О.А. — провела определение таксонов и выделение комплексов, разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Daria I. Marinina — carried out maceration of samples, selection and photographing of megaspores, identification of taxa and isolation of complexes, contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to assume responsibility for all aspects of the work.

Olga A. Orlova — carried out the identification of taxa and identification of complexes, contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to assume responsibility for all aspects of the work.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Маринина Дарья Ильинична\*** — магистр геологии, аспирант кафедры палеонтологии Геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

1, Ленинские горы, г. Москва 119991, Россия

e-mail: [dimarinina@mail.ru](mailto:dimarinina@mail.ru)

SPIN-код: 4548-9492

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7394-930X>

**Daria I. Marinina\*** — Master of Geology, postgraduate student of the Department of Paleontology of the Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University.

1, Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia

e-mail: [dimarinina@mail.ru](mailto:dimarinina@mail.ru)

SPIN-code: 4548-9492

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7394-930X>

**Орлова Ольга Александровна** — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры палеонтологии Геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

1, Ленинские горы, г. Москва 119991, Россия

e-mail: [oowood@mail.ru](mailto:oowood@mail.ru)

SPIN-код: 4724-7055

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4696-6076>

**Olga A. Orlova** — Cand. Sci. (Geol.-Min.), Associate Professor of the Department of Paleontology of the Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University.

1, Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia

e-mail: [oowood@mail.ru](mailto:oowood@mail.ru)

SPIN-code: 4724-7055

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4696-6076>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author