

УДК 581.332:551.735.1(470.318)

О.А. Орлова¹, Д.А. Мамонтов², А.Л. Холопова³**ДИСПЕРСНЫЕ МЕГАСПОРЫ ИЗ НИЖНЕВИЗЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ (СКВАЖИНА 1П/А АЛЕКСАНДРОВСКАЯ)⁴**

В нижневизейских отложениях Калужской области (скважина 1П/А Александровская) впервые обнаружены дисперсные мегаспоры. Показано послойное распределение мегаспор в изученном разрезе. Установлено, что в нижней части разреза бобриковских отложений мегаспоры встречаются в большом количестве. Выше по разрезу прослеживается тенденция к уменьшению числа мегаспор вплоть до их полного исчезновения в тульских отложениях. Выделены два мегаспоровых комплекса. В нижнем комплексе наблюдается большое видовое разнообразие, преобладают мегаспоры *Zonalesporites brasserti* и *Aphanozonatisporites triglobatus*. В верхнем комплексе установлен единственный доминирующий вид *Zonalesporites brasserti* при низком видовом разнообразии всего комплекса. Сделано сопоставление миоспоровых и мегаспоровых комплексов, характерных для нижнего визе, в разрезе анализируемой скважины.

Ключевые слова: нижний карбон, визе, дисперсные мегаспоры, Калужская обл., Россия.

Disperse megaspores were found in the Lower Visean deposits of the Kaluga region (borehole 1P/A Aleksandrovskaya) for the first time. Layer-by-layer distribution of the megaspores from the studied section is showed. It was established that the megaspores are met numerously into the lower part of the section. Higher in the succession the trend to decrease of the megaspore number up to their disappearance into the Tullian rocks is traced. Two megaspore assemblages are distinguished. High species diversity is observed in the lower assemblage. The megaspores of *Zonalesporites brasserti* and *Aphanozonatisporites triglobatus* dominate here. The only dominated taxon of *Zonalesporites brasserti* is marked in the upper assemblage, apart from its lower species diversity. Miospore and megaspore assemblages distinguished to the Lower Visean deposits of the borehole 1P/A Aleksandrovskaya were compared.

Key words: Lower Carboniferous, Visean age, disperse megaspores, Kaluga region, Russia.

Введение. Дисперсные мегаспоры встречаются довольно часто и в большом количестве в угленосных, реже в глинисто-песчаных отложениях позднего палеозоя, их изучение позволяет датировать возраст отложений, проводить расчленение и корреляцию. Однако ископаемые мегаспоры — недостаточно изученная группа, так как их значение для биоэволюции и палеоботаники палеонтологи и геологи часто недооценивают.

Известно, что споровые растения разделяются на две группы — равноспоровые (изоспоровые) и разноспоровые (гетероспоровые). Гетероспория — дифференциация спор на два типа: крупные (мега- или макроспоры) и мелкие (микроспоры). Микроспоры дают начало сильно редуцированному мужскому заростку с антеридиями, а мегаспоры образуют женский заросток с архегониями [Лотова, 2010]. Среди современных споровых растений гетероспория встречается у некоторых плауновидных (*Selaginella*, *Isoetes* и *Stylites*) и папоротниковидных (*Marsilea*, *Azolla* и др.)

Первые гетероспоровые растения появились в середине девона [Taylor et al., 2009]. Ископаемые раз-

носпоровые растения по сравнению с современными были разнообразнее: кроме папоротниковидных в позднепалеозойское время господствовали гетероспоровые плауновидные (класс изоетовые, сем. Flemingiaceae, Lepidocarpaceae и др.) Некоторым каменноугольным хвощевидным (класс хвощевые, сем. Calamitaceae, Huttoniaceae и др.) также была свойственна гетероспория. С конца среднего девона до раннего карбона существовал гетероспоровый отдел споровых растений — археоптеридофиты [Снигиревская, 2000].

Гетероспория возникла независимо в разных группах споровых растений [Traverse, 2007] и, безусловно, ее появление стало шагом вперед в эволюции растений. Биологическое значение гетероспории состоит в том, что мегаспора, в отличие от микроспоры, содержит огромный запас питательных веществ, а развитие женского заростка начинается еще внутри мегаспорангия на спорофите.

Исследования ранневизейских мегаспор из отложений южного крыла Московской синеклизы (Тульская обл.) более полувека назад уже проводили

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра палеонтологии, доцент; e-mail: oorlova@geol.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра палеонтологии, инж.; e-mail: palynologist.dm@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра палеонтологии, магистрантка; e-mail: necrosofteg@gmail.com

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-04-01604).

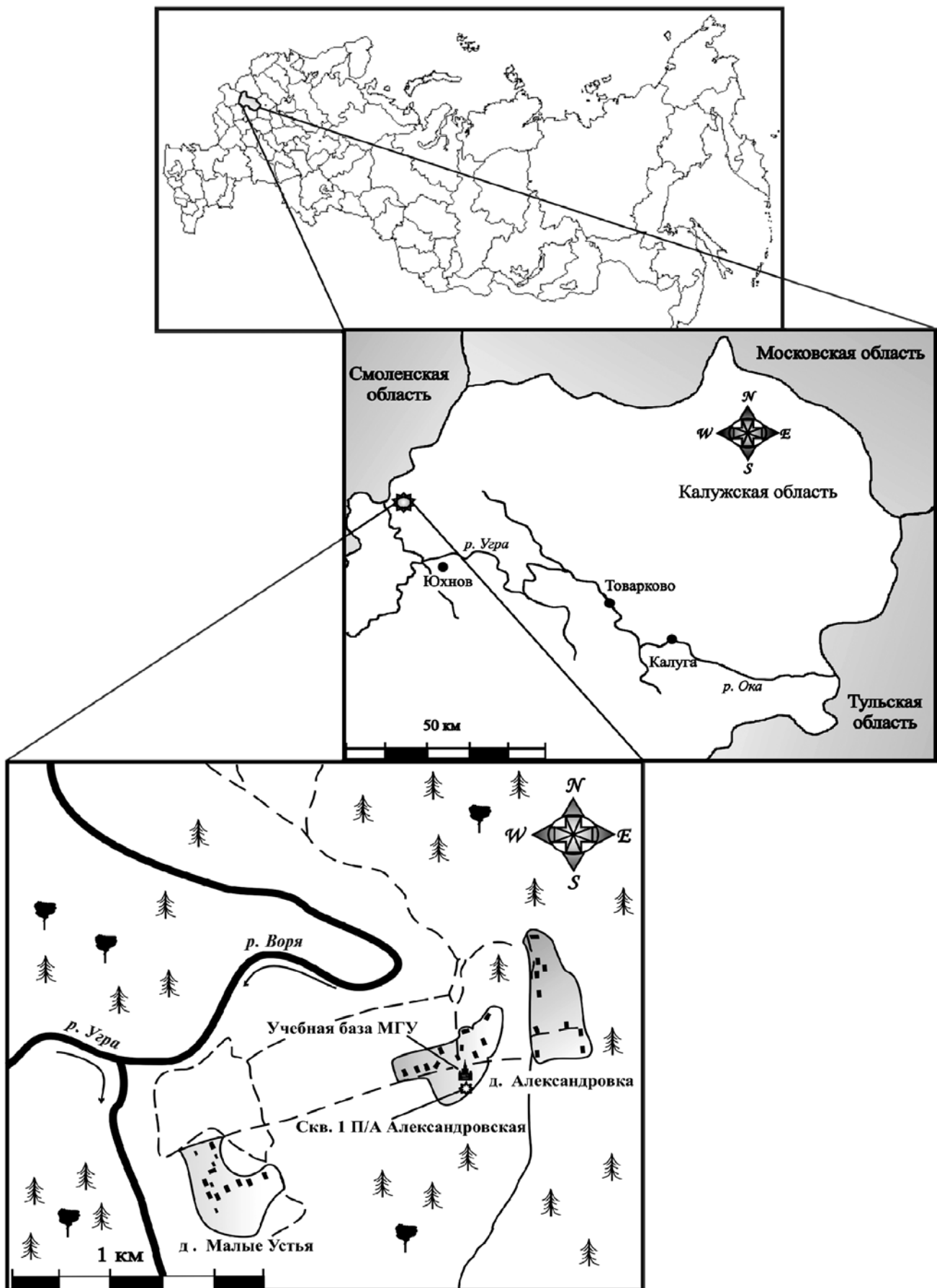


Рис. 1. Географическое положение изученной скважины

зарубежные палеоботаники С. Дийкстра и П. Пьера [Dijkstra, Pierart, 1957], а позднее группа английских ученых [Glasspool et al., 2000]. Огромная работа по ревизии позднепалеозойских мегаспор (с учетом материалов из Тульской обл.) была сделана коллективом польских палеоботаников под руководством С. Дыбовой-Яховиц [Dybova-Jachowicz et al., 1977, 1979, 1982, 1984, 1987]. Статья посвящена ранневизейским мегаспорам из отложений, вскрытых скважиной 1П/А Александровская (Калужская область). Цель работы — выявление особенностей распространения дисперсных мегаспор по разрезу и установление их связи с миоспоровыми комплексами, выделенными нами ранее в нижневизейских отложениях в этой же скважине [Мамонтов, Орлова, 2011].

Материалы и методы исследования. Опорная параметрическая скважина № 1 П/А Александровская расположена на территории учебной геофизической базы геологического факультета МГУ около д. Александровка (Калужская область), в 225 км на юго-запад от г. Москва (рис. 1). Разрез представлен верхнедевонскими и нижнекаменноугольными терригенно-карбонатными отложениями. Пробы на дисперсные мегаспоры отобраны вместе с образцами на миоспоры из глинистых и углистых отложений визейской части разреза в интервале глубины от 11 до 71,1 м.

Мацерация образцов проводилась в палинологической лаборатории кафедры палеонтологии геологического факультета МГУ. При обработке применяли следующие методики. Для выделения дисперсных мегаспор из некоторых проб углей, слабоуглистых пород и глин использовали 35–50%-ный (медицинский) раствор перекиси водорода [Ошуркова, 2001]. Образцы помещали в термостойкий стакан и заливали раствором перекиси водорода. (Реакция экзотермическая, и в случае ее слишком бурного протекания можно замедлить процесс, добавив в стакан холодную воду.) Если же образцы слабо реагировали на раствор перекиси водорода, для ускорения реакции пробу слабо подогревали. На следующем этапе пробы тщательно промывали холодной водой на ситах с ячейками 0,25 мм. Полученный осадок высушивали, повторно обрабатывали раствором перекиси водорода, промывали водой и просушивали. Высушенные пробы просматривали под стереомикроскопом на наличие мегаспор. Если мегаспоры не до конца отделились от породы, то первый этап обработки (перекисью водорода) повторяли. В случае загрязнения мегаспор минеральными и органическими соединениями их дополнительно обрабатывали 70%-ной плавиковой кислотой: отобранные мегаспоры помещали в пластиковые пробирки и заливали кислотой на 2 ч., затем промывали водой и высушивали. Кроме того, некоторые мегаспоры обрабатывали в течение 20 мин. 10%-ной соляной кислотой.

Другая методика [Glasspool et al., 2000] использована только для углей. Стеклообразные пробирки с

образцами заливали концентрированной азотной кислотой на несколько дней, потом пробы промывали холодной водой. Затем в пробирки добавляли 10%-ный раствор аммиака. Через 6 ч. образцы промывали водой и высушивали.

Отмацерированные мегаспоры отбирали в камеры Франка и изучали под стереомикроскопом «Olympus CZ», а также с помощью сканирующих электронных микроскопов «Camscan» и «Tescan» в лаборатории электронной микроскопии Палеонтологического института имени А.А. Борисяка РАН. Всего из визейской части разреза на мегаспоры было отобрано 17 образцов: 3 из них — из верхневизейских отложений — оказались пустыми. Из 14 оставшихся образцов проб из нижневизейских (бобриковских) отложений в 11 обнаружены мегаспоры хорошей, реже удовлетворительной (до фрагментарной) сохранности (рис. 2).

Результаты исследований и их обсуждение. Пособойное распределение мегаспор. В изученных образцах определено 11 морфологических видов мегаспор, принадлежащих к 6 родам, относящимся к 4 супрасубтурмам. Наибольшее количество мегаспор отмечено в нижней части разреза (слой 1). В нем встречены дисперсные мегаспоры шести морфологических родов: *Zonalesporites*, *Aphanozonatisporites*, *Lagenicula*, *Setosisporites*, *Cystosporites* и *Crassilagenicula*. Преобладают мегаспоры *Zonalesporites brasserti* (Stach et Zerndt), Potonié et Kremp (рис. 3, А, Б) из супрасубтурмы *Zonales* с хорошо развитой короной в виде густо расположенных, переплетенных между собой цилиндрических выростов. Корона часто сохраняется отдельно от самого тела споры (рис. 3, Б). Немного меньше встречено мегаспор *Aphanozonatisporites triglobatus* (Dijkstra et Pierart) Oshurkova без верхушечного выступа и зоны, относящихся к субтурме *Laevigati* из супрасубтурмы *Azonotriletes*.

В слое 1 также установлены 4 вида рода *Crassilagenicula* из субтурмы *Gulati* супрасубтурмы *Lagenotriletes*. Эти мегаспоры обладают хорошо развитым верхушечным выступом в виде крассигулы. Наиболее часто встречается *Crassilagenicula agnina* (Zerndt) Dybova-Jachowicz et al., в 2 раза меньше количество мегаспор *C. pseudoagnina* (Dijkstra et Pierart) Dybova-Jachowicz et al. (рис. 3, Г), реже отмечаются мегаспоры *C. simplex* (Zerndt) Dybova-Jachowicz et al. (рис. 4, Ж) и *C. furia* (Dijkstra) Dybova-Jachowicz et al. (рис. 3, Д, Е). Кроме того, в слое 1 присутствуют в значительном количестве мегаспоры *Setosisporites brevispinosus* (Zerndt) Brzozowska (рис. 4, Г, Д), также принадлежащие к субтурме *Gulati*, но обладающие верхушечным выступом в виде субгулы. Здесь также установлены мегаспоры с верхушечным выростом (гологулой) — *Lagenicula acuminata* (Dijkstra et Pierart) Dybova-Jachowicz et al. (рис. 4, Б). В небольшом количестве в слое 1 найдены крупные (до 8 мм) мешковидные фертильные мегаспоры *Cystosporites giganteus* (Zerndt) Schopf из супрасубтурмы *Cystites* (рис. 4, А).

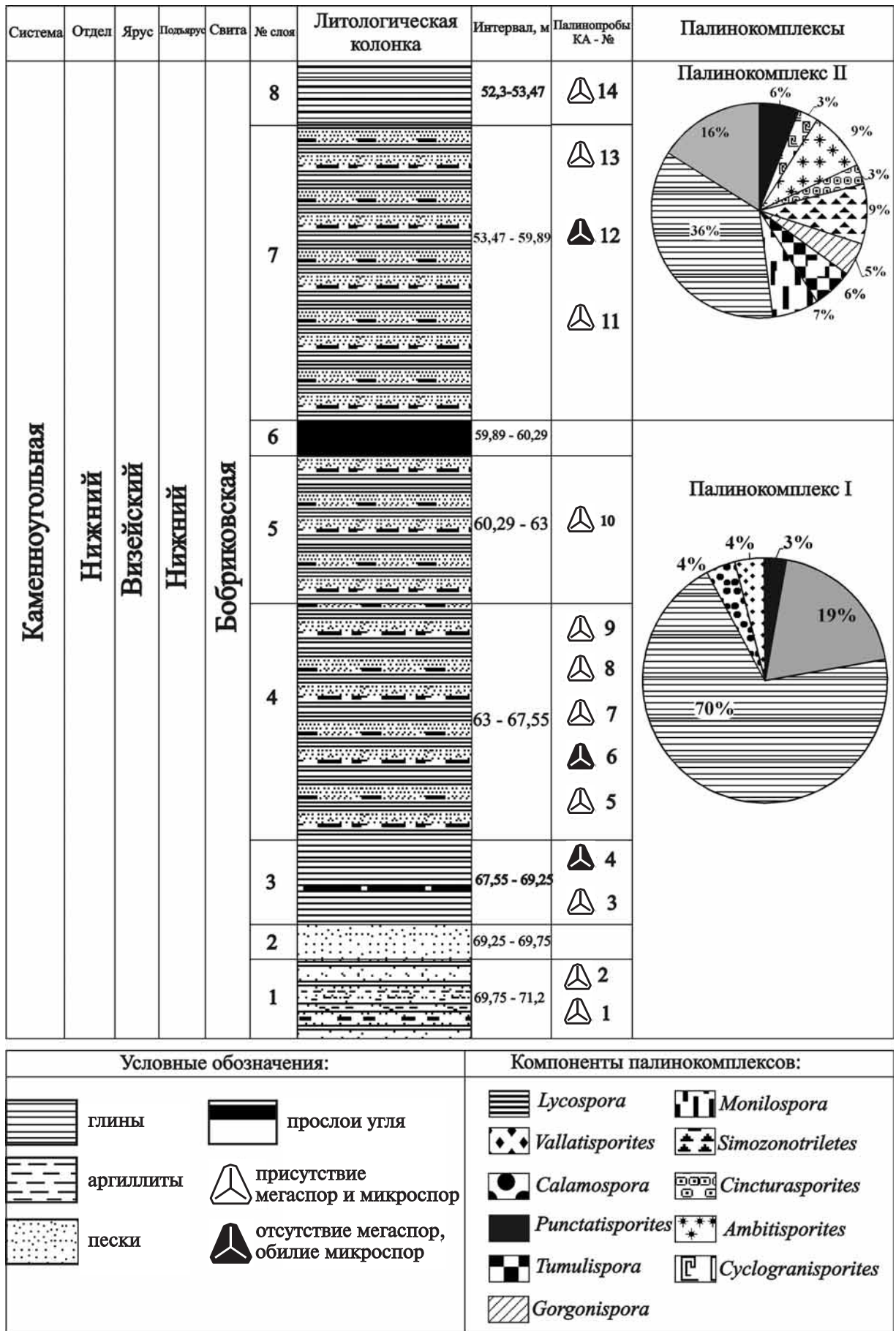


Рис. 2. Разрез нижневизейских отложений скв. 1П/А Александровская

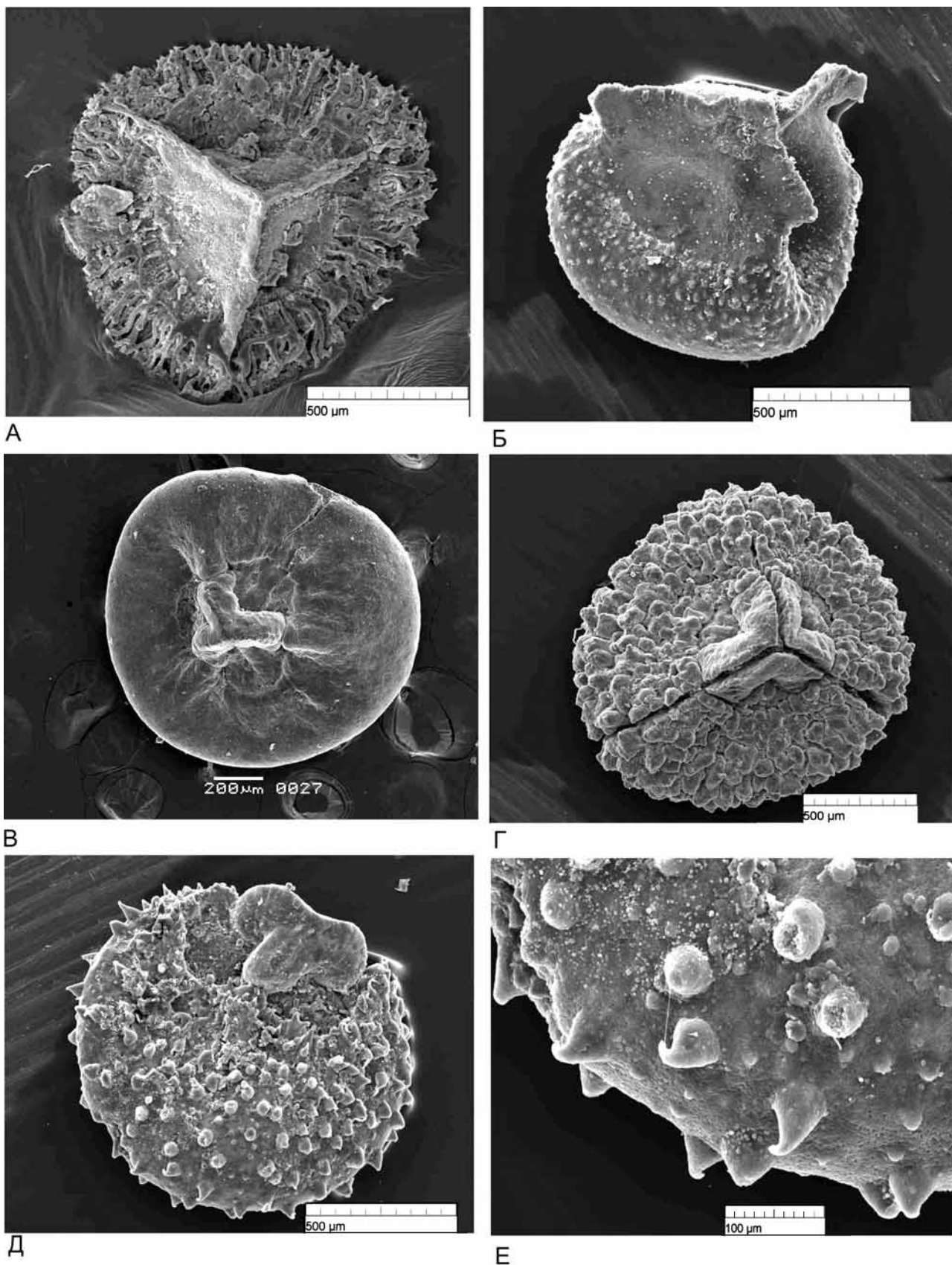


Рис. 3. Мегаспоры из нижневизейских отложений в Калужской обл. (скв. 1 П/А Александровская): А, Б — *Zonalesporites brasserti* (Stach et Zerndt), Potonié et Kremp: А — общий вид мегаспоры (с короной) с проксимальной стороны, Б — вид сбоку, мегаспора без короны; В, Г — мегаспоры с краССИГУЛОЙ, общий вид с проксимальной стороны: В — *Crassilagenicula agnina* (Zerndt) Dybova-Jachowicz et al., Г — *C. pseudoagnina* (Dijkstra et Pierart) Dybova-Jachowicz et al.; Д, Е — *C. furia* (Dijkstra) Dybova-Jachowicz et al.: Д — мегаспора с косым сплюснением, общий вид; Е — детали скульптуры мегаспоры в виде острых загибающихся шипов, на концах часто обломанных. А, Б, Г, Д, Е — из обр. 2 (слой 1); В — обр. 11 (слой 7)

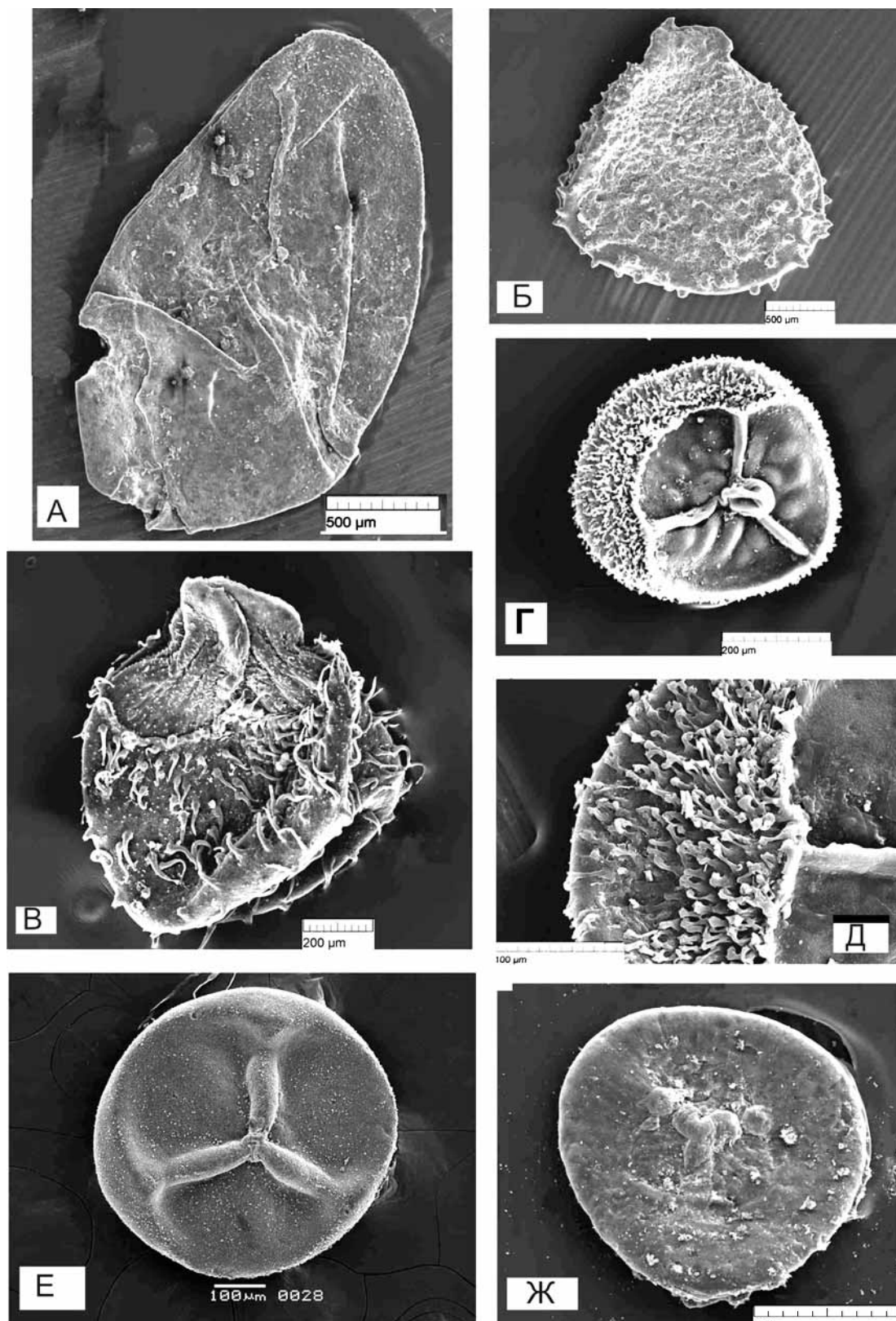


Рис. 4. Мегаспоры из нижневизейских отложений в Калужской обл. (скв. 1 П/А Александровская): А — *Cystosporites giganteus* (Zerndt) Schopf: крупная мешковидная мегаспора, сплюснутая перпендикулярно полярной оси, обр. 2 (слой 1); Б — *Lagenicula acuminata* (Dijkstra et Pierart) Dybova-Jachowicz et al.: мегаспора с верхушечным выступом в виде гологулы, сплюснута перпендикулярно полярной оси, обр. 2 (слой 1); В — *L. horrida* Zerndt: мегаспора с крупной гологулой и длинными острыми шипами, с косым сплюснением, обр. 8 (слой 4); Г, Д — *Setosisporites brevispinosus* (Zerndt) Brzozowska: Г — мегаспора с субгулой, общий вид в проксимально-дистальной проекции; Д — скульптура в виде густо расположенных и разветвленных на концах волосков, обр. 2 (слой 1); Е — *Aphanogonatisporites trilobatus* (Dijkstra) Oshurkova: мегаспора без верхушечного выступа и зоны, общий вид с проксимальной стороны, обр. 10 (слой 5); Ж — *Crassilagenicula simplex* (Zerndt) Dybova-Jachowicz et al.: мегаспора с небольшой субгулой, общий вид в проксимально-дистальной проекции, обр. 2 (слой 1)

В слое 3 мегаспоры встречаются значительно реже. Здесь также доминирует вид *Zonalesporites brasserti*, значительно меньше *Aphanozonatisporites triglobatus* и единично встречены мегаспоры *Cystosporites giganteus*.

В вышележащем слое 4 сразу в 4 пробах из 5 были обнаружены дисперсные мегаспоры (рис. 2). В нижней части слоя мегаспоры встречаются относительно редко. Преобладают *Zonalesporites brasserti* и *Aphanozonatisporites triglobatus*, причем здесь они встречены примерно в равном количестве. Единично отмечаются мегаспоры *Cystosporites giganteus* и *Lagenicula acuminata*. В верхней части слоя 4 ситуация несколько меняется. Здесь преобладают мегаспоры *Aphanozonatisporites triglobatus*, почти в 2 раза меньше *Zonalesporites brasserti*. Реже отмечаются *Cystosporites giganteus*, *Lagenicula acuminata* и *L. horrida* Zerndt (рис. 4, В). Кроме того, в верхней части слоя 4 единично встречены мегаспоры *Setosisporites brevispinosus*, *Crassilagenicula angina*, *C. pseudoagnina* и *C. simplex*.

В слое 5 найдено небольшое количество мегаспор, среди которых преобладают *Zonalesporites brasserti*, в 3 раза меньше *Aphanozonatisporites trilobatus* (Dijkstra) Oshurkova (рис. 4, Е) и *Lagenicula horrida*, единично отмечены *Crassilagenicula angina* и *Setosisporites brevispinosus*. Следует отметить, что в этом слое отсутствует постоянно встречающийся и часто доминирующий вид *Aphanozonatisporites triglobatus*.

В слое 7 (рис. 2) обнаружено незначительное количество мегаспор, среди которых преобладают *Zonalesporites brasserti*. Примерно в 3 раза меньше встречено мегаспор *Crassilagenicula angina* (рис. 3, В), единично установлены *C. furia* и *Aphanozonatisporites triglobatus*. В слое 8 найдено незначительное количество мегаспор *Zonalesporites brasserti* и *Lagenicula acuminata*, также здесь обнаружены единичные сколекодонты.

Таким образом, можно отметить, что в нижней части разреза бобриковских отложений мегаспоры встречаются в большом количестве. Далее прослеживается тенденция к уменьшению числа мегаспор к кровле бобриковской свиты до их полного исчезновения в тульских породах.

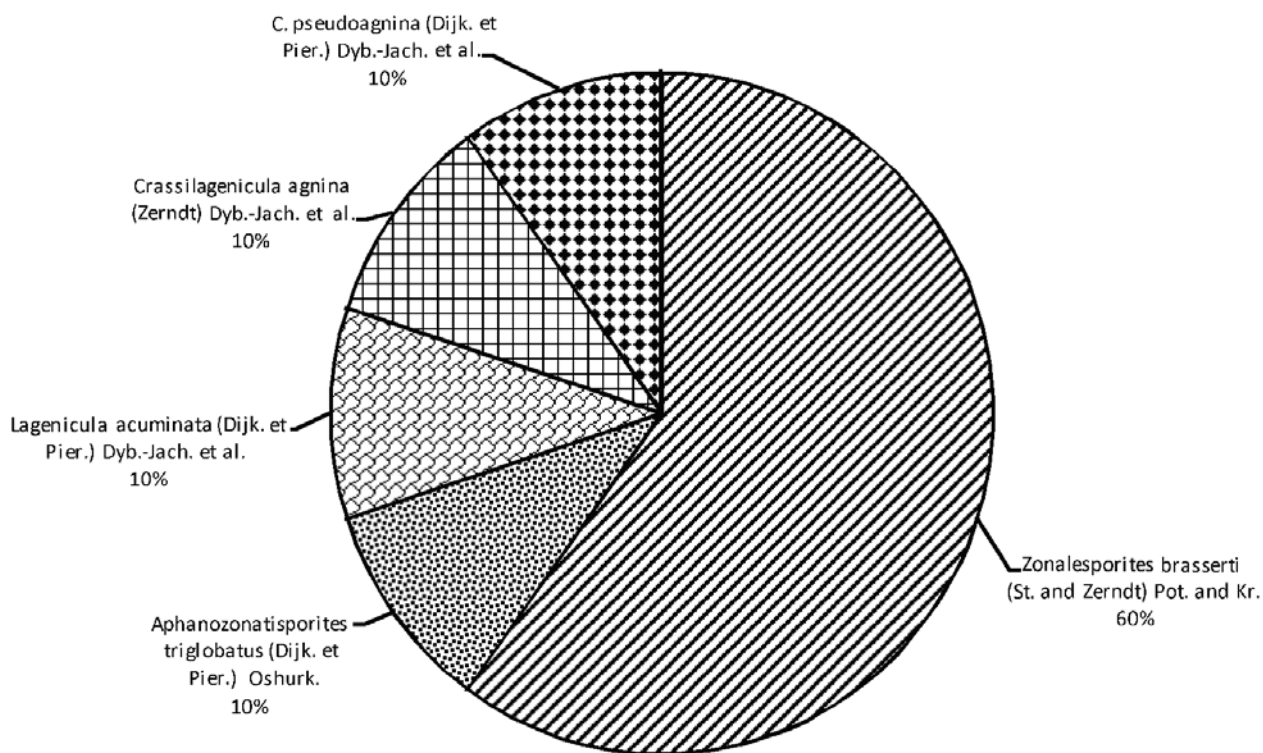
Характеристика мегаспоровых комплексов. В результате анализа послонного распределения мегаспор в изученных отложениях удалось выделить два мегаспоровых комплекса (рис. 5). Комплекс А (слои 1–5) характеризуется максимальным видовым и родовым разнообразием, а также хорошей сохранностью встреченных мегаспор. В этом комплексе доминируют (39%) зонатные мегаспоры с радиально расположенными анастомозирующими цилиндрическими выростами, сросшимися в корону, — *Zonalesporites brasserti* (рис. 3, А, Б). Приблизительно 1/4 от всех установленных в комплексе видов составляют гладкие мегаспоры *Aphanozonatisporites triglobatus* с толстой оболочкой без зоны и верхушечного выступа (рис. 5). Остальные виды встречены в незначительном коли-

честве: 4 вида мегаспор рода *Crassilagenicula* с верхушечным выступом в виде крассигулы и разнообразно орнаментированной поверхностью составляют всего 16% от всех определенных в этом комплексе форм (рис. 5). Так, в комплексе А содержится 5% от гладких до слабобугорчатых мегаспор *C. angina*, по 4% мегаспор с острыми длинными загибающимися шипами *C. furia* и мегаспор с усложненными на концах шаровидными утолщениями губами *C. simplex*, 3% мегаспор, орнаментированных крупными полукруглыми бугорками, — *C. pseudoagnina*. Род *Lagenicula* (10%) в комплексе А представлен двумя видами: *L. Acuminata* — мегаспорами, орнаментированными конусовидными бугорками, и *L. horrida* — мегаспорами с крупным верхушечным выростом в виде гологулы, поверхность которых покрыта длинными острыми шипами. Первый вид (рис. 5) установлен в относительно большом количестве (7%), а последний встречается относительно редко (3%). В таком же количестве (3%) встречены крупные мешковидные мегаспоры *Cystosporites giganteus* (рис. 4, А) и мелкие азонатные мегаспоры *Aphanozonatisporites triglobatus* (рис. 4, Е), причем другой вид этого рода *A. triglobatus*, как сказано выше, — один из часто встречающихся в этом комплексе. Количество мегаспор с хорошо выраженной субгулой и густорасположенными волосками вида *Setosisporites brevispinosus* (рис. 4, Г, Д) в этом комплексе составляет 4% (рис. 5).

В мегаспоровом комплексе Б, в отличие от вышеописанного комплекса, отмечается низкое видовое и родовое разнообразие и удовлетворительная до фрагментарной сохранность спор. Здесь также преобладают зонатные мегаспоры *Zonalesporites brasserti* (рис. 5), причем их количество достигает 60% от всех встреченных форм, это на 1/3 больше, чем в комплексе А. Доля остальных видов, встреченных в этом комплексе, составляет по 10%. Так, количество азонатных мегаспор *Aphanozonatisporites triglobatus* по сравнению с комплексом А здесь уменьшается на 15%. В то же время крассигульных мегаспор становится немного больше (20%), но в 2 раза меньше по разнообразию — только два вида *Crassilagenicula agnina* и *C. pseudoagnina*. Следует отметить, что количество гологульных форм в комплексе Б такое же, что и в комплексе А, однако здесь встречен единственный вид *Lagenicula acuminata* (рис. 5). Таким образом, в отличие от мегаспорового комплекса А, где установлено 11 видов из 6 родов, в комплексе Б определено в 2 раза меньше видов — всего 5, относящихся к 4 родам. Здесь отсутствуют виды с субгулой, постоянно встречающиеся в нижнем комплексе, а также крупные мешковидные споры рода *Cystosporites*.

Заключение. Ранее из слоев 1–5 из разреза скважины 1П/А Александровская (рис. 2) нами изучены палиноспектры миоспор [Мамонтов, Орлова, 2011], в результате чего выделен палинокомплекс 1, в котором преобладали (>70%) миоспоры *Lycospora pusilla* (Ibrahim) Somers. Полученный в ходе исследования

Мегаспоровый комплекс Б



Мегаспоровый комплекс А

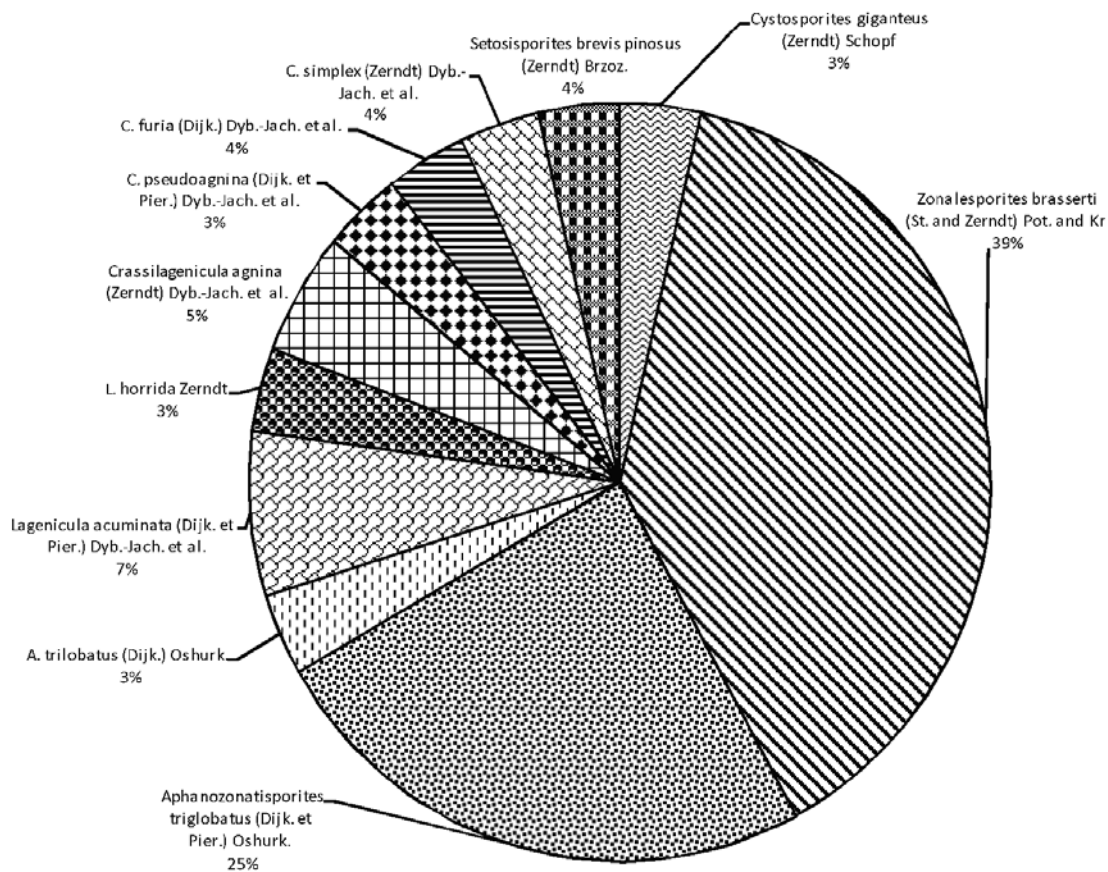


Рис. 5. Диаграммы распределения мегаспор в выделенных комплексах

таксономический состав миоспор палинокомплекса 1 указывал на бобриковский возраст вмещающих пород. Палинокомплекс 2 (рис. 2) был установлен нами для вышележащих отложений — слои 7–8. Отличительная черта этого палинокомплекса — широкое распространение красситудных миоспор родов *Ambitisporites*, *Simozonotriletes*, *Gorgonispora* и *Cincturasporites*.

Если провести сопоставление миоспоровых и мегаспоровых комплексов, установленных в нижневизейских отложениях в скважине 1П/А Александровская, то хорошо видно, что в нижней части разреза миоспоры (палинокомплекс 1, рис. 2) имеют низкое видовое разнообразие с ярко выраженным доминирующим (70%) видом *Lycospora pusilla*, в то время как встреченные в этих же слоях мегаспоры представлены большим видовым разнообразием (11 видов) и по крайней мере двумя доминирующими видами *Zonalesporites brasserti* и *Aphanozonatisporites triglobatus* (рис. 5). Подчеркнем, что в верхней части разреза нижневизейских отложений ситуация прямо

противоположная — при относительно большом разнообразии миоспор (палинокомплекс 2, рис. 2) мегаспоровый комплекс беден по видовому составу (всего 5 видов), причем так же, как и в палинокомплексе 1, здесь ярко выражен (60%) доминирующий вид *Zonalesporites brasserti* (рис. 5). Такая тенденция, возможно, связана с тем, что в конце ранневизейского времени количество и разнообразие гетероспоровых растений уменьшилось, а содержание изоспоровых растений, напротив, возросло.

Выражаем глубокую признательность М.В. Ошурковой, ведущему научному сотруднику ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург) за ценные советы по идентификации мегаспор; Е.А. Жегалло, А.В. Кравцеву и Р. Ракитову, сотрудникам лаборатории электронной микроскопии ПИН РАН за возможность исследования мегаспор на СЭМ; Ю.А. Гатовскому, старшему научному сотруднику кафедры палеонтологии за помощь в отборе проб из керна и Д.А. Федорову за помощь в обработке и фотографировании мегаспор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. М.: URSS, 2010. 512 с.

Мамонтов Д.А., Орлова О.А. Результаты палинологического изучения визейских отложений из скважины 1П/А Александровская, д. Александровка, Калужская область // Мат-лы XIII Рос. палинологической конф. «Проблемы современной палинологии». Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. Т. 1. С. 169–172.

Ошуркова М.В. Мегаспоры карбона. Систематика, биостратиграфическое значение: Справочник для палеонтологов и геологов. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. 112 с.

Снигиревская Н.С. Новые отделы Archaeopteridophyta и Archaeospermatophyta и их отношения с некоторыми другими группами девонских растений // Бот. журн. 2000. Т. 85, № 7. С. 134–144.

Dijkstra S.J., Pierart P. Lower Carboniferous megaspores from the Moscow Basin // Mededel. Geol. Sticht. N.S. 1957. N 11. P. 5–19.

Dybova-Jachowicz S., Jachowicz A., Karczewska J. et al. Revision des megaspores a gula du Carbonifere (Premiere Partie) // Prace Inst. Geol. 1982. Vol. 107. 44 p.

Dybova-Jachowicz S., Jachowicz A., Karczewska J. et al. Revision des megaspores a gula du Carbonifere (Second Partie) // Prace Inst. Geol. 1984. Vol. 115. 31 p.

Dybova-Jachowicz S., Jachowicz A., Karczewska J. et al. Revision des megaspores a gula du Carbonifere (Part three) // Prace Inst. Geol. 1987. Vol. 121. 49 p.

Dybova-Jachowicz S., Karczewska J., Lachkar G. et al. Revision des megaspores a corona du Carbonifere // Prace Inst. Geol. 1977. Vol. 81. 47 p.

Dybova-Jachowicz S., Karczewska J., Lachkar G. et al. Preliminary note on revision of carboniferous megaspores with gula. Principles of classification // Acta Palaeont. Polon. 1979. Vol. 24, N 4. P. 411–422.

Glasspool I.J., Hemsley A.R., Scott A.C., Golitsyn A. Ultrastructure and affinity of Lower Carboniferous megaspores from the Moscow Basin, Russia // Rev. Paleobot. Palynol. 2000. Vol. 109. P. 1–31.

Taylor T.N., Taylor E.L., Krings M. Paleobotany. The biology and evolution of fossil plants. Amsterdam: Elsevier, 2009. 1230 p.

Traverse A. Paleopalynology. Netherlands: Springer, 2007. 813 p.

Поступила в редакцию
24.05.2013