

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПАЛИНОСТРАТИГРАФИИ ЛИПОВЕЦКОЙ СВИТЫ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО БАССЕЙНА (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

Т.А. Ковалева, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаева, Е.Б. Волынец, М.А. Афонин

ФГБУН Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр-т 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022;
e-mail: tanyakovaleva86@mail.ru

Поступила в редакцию 12 марта 2015 г.

Из верхней подсвиты липовецкой свиты в Пореченском карьере Ильичевского угольного месторождения Раздольненского бассейна (Южное Приморье) отобраны палинологические пробы, собраны листовые отпечатки и древесина ископаемых растений, а также взяты угли с целью определения по дисперсным кутикулам углеобразователей. Определен таксономический состав палиноморф из углей и междупластий, установлен аптский возраст вмещающих отложений. В палиноспектрах из нижнего гумусово-рабдописситового угля преобладают глейхениевые и циатейные при сопутствующих диксониевых и *Ginkgocycadophytus*. В верхнем пласте участие глейхениевых значительно снижается при сохранении их доминирующей роли; появляется единичная пыльца покрытосеменных. В палиноспектрах из кластических пород доминантами становятся полиподиевые и циатейные. Таксономическое разнообразие голосеменных значительно, однако их количественное участие довольно низкое. Доля цветковых возрастает не только в видовом отношении, но и количественно. Впервые найденная в аптских отложениях Раздольненского бассейна пыльца покрытосеменных позволяет предположить более раннее ее появление, чем считалось прежде (ранний альб). Установлены растения-углеобразователи Ильичевского месторождения.

Ключевые слова: спорово-пыльцевой спектр, ископаемые растения, нижний мел, апт, Ильичевское месторождение угля, Раздольненский бассейн, Приморье.

ВВЕДЕНИЕ

Раздольненский каменноугольный бассейн располагается в юго-западной части Южного Приморья и занимает обширную территорию от берега Амурского залива до среднего течения р. Раздольная. Общая его площадь составляет около 5 000 км² (рис. 1).

В геологическом строении бассейна и его обрамления принимают участие осадочные, изверженные и метаморфические породы палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста. Большое площадное распространение имеют базальты, покрывающие около половины всей территории. Угленосные пресноводно-континентальные отложения Раздольненского бассейна были отнесены к никанскому ярусу [13]. Позже А.Н. Криштофович [14], В.Д. Принада [22] и Б.М. Штемпель [5, 27] по ископаемым растениям, а В.Н. Верещагин [6] по моллюскам уточнили их возраст, установив его, как баррем–альб. К этому же выводу на основании палинологических данных пришли З.И. Вербицкая [5], Н.А. Болховитина и И.З. Котова [1].

Нижнемеловые отложения (никанская серия) на севере Раздольненского бассейна с размывом залегают на ордовикских и позднепермских гранитоидах, перекрываются неогеновыми и четвертичными осадочными образованиями. Серия подразделяется на три свиты – уссурийскую (нижняя), липовецкую (средняя) и галенковскую (верхняя). Эти стратиграфические подразделения были выделены В.А. Красиловым [10]. В северной части бассейна расположены Липовецкое, Ильичевское и Константиновское угольные месторождения.

Первоначально угленосные продуктивные отложения бассейна считались юрскими. Однако Криштофович [13], изучавший Липовецкие копи, установил их раннемеловой возраст на основании определения многочисленных остатков растений. Он впервые выделил отдельный тип липтобиолитовых углей, назвав их рабдописситами.

Нами впервые проведено геологическое и биостратиграфическое изучение недавно введенного в эксплуатацию Пореченского карьера (координаты –

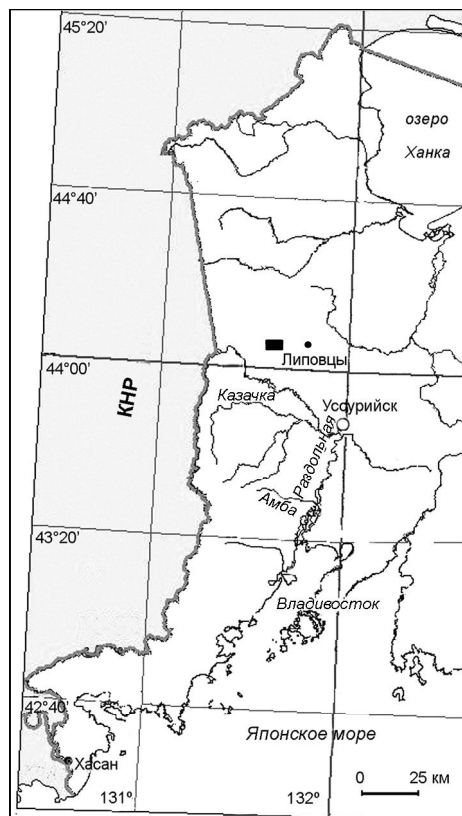


Рис. 1. Местоположение угольного карьера «Пореченский» Ильичевского месторождения, Раздольненский бассейн Южного Приморья.

44°06'12.7"N – 131°30'30.7"E), одного из участков Ильичевского месторождения [18]. Оно расположено в бассейне рек Славянка, Крестьянка, Синеловка и граничит на востоке по крупному сбросу вертикальной амплитуды 500 м с Липовецким месторождением; а его западная граница проходит по Богуславскому меридиональному разлому [24].

Угленосность Ильичевского месторождения, как и Липовецкого, связана с нижнемеловыми отложениями, представленными тремя свитами: уссурийской, липовецкой и галенковской. Липовецкая свита подразделяется на две подсвиты – нижняя непродуктивная и верхняя угленосная. Непродуктивная подсвита (до 440 м) сложена разнородными песчаниками и конгломератами. Верхняя угленосная подсвита (до 200 м), сложенная песчаниками и алевролитами, содержит два рабочих пласта каменного угля: Рабочий и Верхний, которые имеют сложное строение и представлены гумусовыми, рабдописситовыми и рабдописситовыми углями. Угли Ильичевского месторождения, как и Липовецкого, являются ценным сырьем для химической промышленности [24, 26].

Геологическое строение Ильичевского месторождения к настоящему времени изучено слабо; угли разведаны детально только на двух небольших участках. Этим обусловлено начатое нами геологическое и палеоботаническое изучение нового участка месторождения (рис. 2, 3), вскрытого Пореченским карьером [3, 18].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Во время экспедиционных работ в 2013 г. было выполнено описание разреза, собраны остатки ископаемых растений и отобраны образцы на спорово-пыльцевой анализ. Некоторые результаты этих исследований опубликованы в работе В.С. Маркевич с соавторами [18]. В 2014 г. дополнительно проведены работы по сбору растительных остатков и отбору палинологических проб из углей и междупластий карьера. Полученные новые данные приведены в настоящей публикации.

Пробы на спорово-пыльцевой анализ обрабатывались по стандартной мацерационной методике А.А. Любер и И.Э. Вальц [21].

Микроскопическое изучение пыльцы и спор, а также растительных макроостатков проводилось с помощью светового электронного микроскопа «Axio-Scop-40» и фотокамеры «AxioCamHR» производства «Carl Zeiss» на базе центра коллективного пользования ДВО РАН – лаборатории электронной микроскопии Биолого-почвенного института ДВО РАН.

Постоянные препараты в желатин-глицериновом консерванте (№ 181) и шлифы (№ 32) хранятся в коллекционной лаборатории палеоботаники Биолого-почвенного института ДВО РАН.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В Пореченском карьере снизу вверх вскрываются (рис. 4):

1. Уголь с 5–6 прослоями светло-серых алевроаргиллитов (мощностью 3–50 см, два наиболее мощных – в середине угольного прослоя). Он представляет собой смесь гумусовых и рабдописситовых углей, на поверхностях напластования последних заметны смоляные палочки диаметром 0.5–1 мм. Прослои обломочных пород представлены туфоалевроаргиллитами, иногда переходящими по слою в туфопесчаник, а на отдельных участках в туф. Они сложены плохо сортированными и окатанными (часто остроугольными) обломками кислого плагиоклаза (вытянутые лейсты) и более изометричного кварца. Иногда наблюдаются обломки основных-средних вулканитов, чешуйки биотита. Вулканическое стекло бурое, часто сильно из-



Рис. 2. Нижняя часть разреза угольного карьера «Пореченский».



Рис. 3. Верхняя часть разреза угольного карьера «Пореченский».

менено. Порода имеет тонкую горизонтальную и горизонтально-волнистую слоистость, подчеркиваемую ориентацией обломков и тонких линзочек углистого вещества, и несколько окремнена (описание шлифов сделано А.И. Малиновским). В междупластиях оби-

лен растительный детрит различной степени обугленности. В верхней части слоя из туфоалевроаргиллитов собраны остатки растений *Equisetites* sp., *Lycopodites* sp., *Gleicheniopsis suifunensis* Krassil., *Gleichenites zippei* (Corda) Sew., *Polypodites polysorus* Pryn., *Clado-*

Система	Отдел	Ярус	Свита	Подсвита	Палино-пробы	Литология	Мощность (м)
Меловая	Нижний	Аптский	Липовецкая	Верхняя	СПП-33	[Горизонтальные линии]	3
							2
						[Пунктир]	7
					СПП-28		
					К-4, 5, 8, 9		7-10
					К-2	[Темный слой]	1-2
					СПП-21-23	[Пунктир]	20
					СПП-16		
					СПП-2-15		
					СПП-1	[Горизонтальные линии]	7

Рис. 4. Схематичный геологический разрез стенки угольного карьера «Пореченский».

phlebis frigida (Heer) Sew., *Nilssoniopteris rithidorachis* (Krysht.) Krassil., *Pseudotorellia* sp., *Cephalotaxus ussuriensis* Krassil., *Athrotaxites berryi* Bell, *Elatides* cf. *curvifolia* (Dunk.) Nath. Уголь сложен в нижней его части остатками *Mirovia orientalis* (Nosova) Nosova и *Pseudotorellia* sp., в верхней части – *Araucariodendron heterophyllum* Krassil., *A.* cf. *angustifolium* Krassil., *Tomharrisia* cf. *florinii* Krassil., *Nilssoniopteris rithidorachis*, а также неопределимыми беннеттитами. Мощность – 7 м.

2. Песчаник светлый, желтовато-серый, однородный, местами гравелистый и с мелкой, хорошо окатанной галькой. Мощность – 20 м.

3. Уголь гумусово-рабдописситовый с прослоями серых алевроаргиллитов. Его слагают остатки *Araucariodendron heterophyllum* и *Athrotaxites berryi*. Мощность – 1–2 м.

4. Песчаник светло-желтовато-серый до бурого, в основании гравелистый и с мелкой галькой. Мощность – 7–10 м.

5. Алевроаргиллит серый со слабым зеленоватым оттенком, однородный. Мощность – 1.5 м.

6. Аргиллит однородный буровато-желтый, местами с линзочками угля в кровле слоя. Мощность – 0.15–0.30 м.

7. Песчаник светло-желтовато-серый. Мощность – 7 м.

8. Алевроаргиллит серый с прослойками и линзами углей (до 20 см) в верхней части. Мощность – 1.5–2 м. Угли слагают остатки мировиевых и беннеттитовых (*Anomozamites arcticus* Vassil., *Nilssoniopteris rithidorachis*, *N. prynadae* Samyl., *Nilssoniopteris* sp.), а также неопределимых покрытосеменных.

Выше видно продолжение разреза, в котором слои песчаников и углей становятся тоньше, а доля алевроаргиллитов возрастает (более 3 м). Завершает разрез туфопесчаник витрокристаллолитокластический, с пирокластикой крупнопсаммитовой, иногда до лапиллиевой размерности. В туфопесчанике обнаружены остатки древесины хвойных, близких современным представителям подсемейств *Sequoioideae*, *Taiwanioideae* и *Taxodioideae* из семейства *Cupressaceae* (cf. *Taxodioxylon* sp.). Видимая мощность туфопесчаника менее 0.5 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разрез Пореченского карьера начинается мощным угольным пластом (до 7 м) верхней подсвиты липовецкой свиты. Предыдущими палинологическими исследованиями [18] выявлено, что в палиносpectрах из верхнего рабдописситового угля, а также из подстилающих и перекрывающих его аргиллитов (СПП-21, 22, 23 и 28) принимает участие пыльца покрытосеменных. Этот чрезвычайно важный факт появления в геологической летописи первых цветковых вызвал у нас повышенный интерес к породам, обнажающимся в интервале 25–50 м разреза.

В результате анализа установлен таксономический состав палиносpectров проб СПП-16, К-2, 4, 5, 8, 9 и СПП-33; прослежены соотношения основных групп палиноморф, выявлены особенности палиносpectров из углей и кластических пород (рис. 5, табл., фототабл. 1, 2).

В палиносpectре СПП-16 из алевролита темно-серого с тонкими линзами угля доминируют споры близких к глейхениевым (*Gleicheniidites laetus*, *G. senonicus*, *G. carinatus*, *Plicifera delicata*), в сумме – 35.9 %. Субдоминантами являются близкие к циатейным и диксониевым (*Cyathidites minor*, *C. australis*, *Leiotriletes* spp.), в сумме до 27.2 %, *Laevigatosporites ovatus* и *L. ovoideus* в сумме до 8.3 %. Пыльца голосеменных (28.6 %) представлена: *Ginkgocycadophytus* sp., *Alisporites bilateralis*, *Cedripites parvisaccatus*, *Araucariacidites australis*, *Taxodiaceapollenites hiatus*, *Classopollis classoides*.

Из рабдописсита (проба К-2) получен палиносpectр с доминированием спор (62.2 %), среди

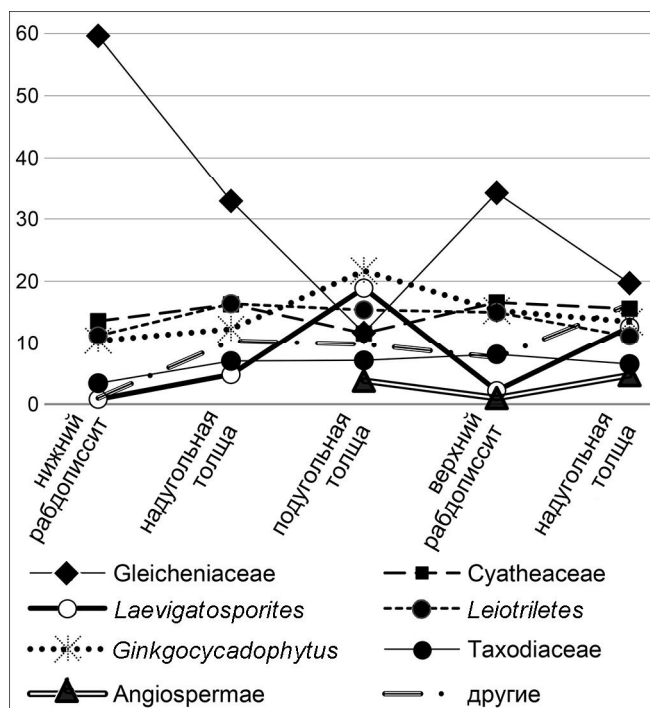


Рис. 5. Соотношение основных групп спор и пыльцы в палиноспектрах из нижнего и верхнего рабдописситовых угольных слоев, надугольных и подугольного кластических прослоев.

которых велико участие близких к глейхениевым (28.3 %) – *Gleicheniidites laetus*, *G. senonicus*; циатейным (15 %) – *Cyathidites minor* (11.7 %), *C. australis* (3.3 %); гладких трилетних *Leiotriletes* spp. (13.9 %). Встречаются также редкие *Osmundacidites nicanicus* (1.7 %), *Stereisporites stereoides* (1.1 %). Принимает участие пыльца голосеменных (в сумме 36.7 %): *Ginkgocycadophytus* sp. (15.6 %), *Taxodiaceapollenites hiatus* (12.2 %), *Podozamites* spp. (2.2 %), *Classopollis classoides* (1.7 %), *Araucariacidites australis* (0.6 %). Появляется пыльца покрытосеменных *Tricolpites* sp., *Clavatipollenites hughesii* (1.1 %).

В палиноспектре из темно-серого алевролита (проба К-4) отмечено большое количество спор близких к кочедыжниковым *Laevigatosporites ovatus*, *L. ovoideus*, в сумме до 35.4 %. Субдоминанты – споры циатейных и диксониевых – *Cyathidites minor*, *C. australis*, *Leiotriletes* spp. (19.5 %). В спектре в незначительном количестве встречаются *Concavissimisporites asper* (7 %), *Gleicheniidites laetus* (4.5 %), *G. senonicus* (1.9 %), *Stereisporites stereoides* (1 %), *Rouseisporites reticulatus* (1 %). Пыльца голосеменных представлена *Ginkgocycadophytus* sp. (10.9 %), *Taxodiaceapollenites hiatus* (4.5 %), *Araucariacidites australis* (1.6 %), *Podocarpidites ellipticus* (1.3 %), *Cedripites*

parvisaccatus (1.3 %), *Eucommiidites troedsonii* (1.3 %), *Classopollis classoides* (1 %), *Piceapollenites variabiliformis* (0.6 %).

Для спорово-пыльцевого спектра из аргиллита (проба К-5) характерно доминирование папоротников (77.6 %), близких к глейхениевым *Gleicheniidites laetus*, *G. senonicus*, *G. carinatus* (до 26.3 %); циатейным *Cyathidites minor*, *C. australis* (до 22.4 %); диксониевым *Leiotriletes* spp. (до 19 %); кочедыжниковым *Laevigatosporites ovatus* (до 7.4 %); схизейным *Concavissimisporites asper* (до 1.5 %). Среди голосеменных выявлены *Ginkgocycadophytus* sp., *Taxodiaceapollenites hiatus*, *Classopollis classoides*, *Podozamites* sp., *Podocarpidites multesimus*, *Araucariacidites australis* и двумешковые *Coniferales* (зерна деформированы, воздушные мешки нечетко дифференцированы), в сумме до 26 %. Пыльца покрытосеменных составляет 3.8 % и представлена *Tricolpites* sp. и *Quercites sparsus*.

В палиноспектре из углистого алевролита с растительным детритом (проба К-8) также преобладают споры папоротников *Cyathidites minor* (20.65 %), *Laevigatosporites ovatus* (11.8 %), *L. ovoideus* (2.7 %), *Gleicheniidites laetus* (10.3 %), *G. senonicus* (6.5 %), *Leiotriletes* spp. (8.4%), *Concavissimisporites asper* (4.6 %). Среди голосеменных установлены *Ginkgocycadophytus* sp. (12.6 %), *Taxodiaceapollenites hiatus* (6.5 %), *Eucommiidites troedsonii* (2.7 %), *Araucariacidites australis* (2.3 %), *Classopollis classoides* (1.9 %), *Piceapollenites variabiliformis* (1.1 %), *Cedripites parvisaccatus* (1.1 %). Пыльца покрытосеменных *Tricolpites* sp., *Retitricolpites georgiensis* немногочисленна и составляет менее 3 %.

Для спорово-пыльцевого спектра из верхнего слоя рабдописсита (проба К-9) характерно доминирование спор близких к глейхениевым (*Gleicheniidites laetus*, *G. senonicus*, *G. carinatus*, *G. circiniidites*), в сумме 49.8 %. Им сопутствуют гладкие споры *Cyathidites minor*, *C. australis*, *Leiotriletes* spp., в сумме 25.3 %. Роль голосеменных невелика и составляет 21.4 %. В их составе доминирует *Ginkgocycadophytus* sp. (13.4 %). Близкие к сосновым представлены *Piceapollenites variabiliformis* (3.3 %), к таксодиевым – *Taxodiaceapollenites hiatus* (3.3 %). Крайне мало участие хейролепидиевых *Classopollis classoides*, до 1.4 %.

В палиноспектре СПП-33 из светло-серого аргиллита доминируют споры (62.1 %): *Cyathidites minor*, *C. australis*, *Leiotriletes* spp., *Gleicheniidites laetus*, *G. senonicus*, *G. carinatus*, *Laevigatosporites ovatus*, *L. ovoideus*, *Cicatricosisporites multicostatus*, *C. dorogensis*, *Rouseisporites reticulatus*, *Osmundacidites nicanicus*. Пыльца голосеменных *Ginkgocycadophytus*

sp., *Taxodiaceapollenites hiatus*, *Eucommiidites troedsonii*, *Araucariacidites australis*, *Classopollis classoides*, *Alisporites bilateralis* в общем составляет 31.5 %. Доля покрытосеменных (в сумме до 6.4 %) невелика. Они представлены *Tricolpites vulgaris*, *Tricolpites* sp., *Retitricolpites georgensis*.

Пыльца покрытосеменных выявлена нами из верхнего рабдописитового прослоя, его подошвы и кровли (СПП-21, 22, 23, 33; К-2, 5, 8). Первой в разрезе появляется редкая трикольпатная пыльца *Tricolpites* sp., *T. vulgaris*, *T. micromunus*; ее количество в спектрах СПП-21, 22 от 3 до 4.5 % . Она найдена в темно-серых аргиллитах, подстилающих верхний рабдописит. В угле ее количество несколько падает и составляет 1–2 %. Помимо *Tricolpites* sp. здесь появляется *Clavatipollenites hughesii*. В палиноспектрах СПП-28, 33 из аргиллитов толщи, перекрывающей угольный прослой, разнообразие и количество пыльцы покрытосеменных несколько возрастает за счет появления *Tricolpites vulgaris* и *Retitricolpites georgiensis* (до 7 %). Вместе с ними обнаружены дисперсные кутикулы, чье строение сходно с таковым древних платанообразных, которые могли быть одними из продуцентов трикольпатной пыльцы.

В Приморье остатки покрытосеменных были найдены в отложениях апт-альбского возраста: листья однодольного *Pandanophyllum ahnertii* Krysht. [14], плод *Onoana nicanica* Krassil. из липовецкой свиты Раздольненского бассейна [10], листья ранункулоидного морфотипа *Achaenocarpites capitellatus* Krassil. et Volynets, *Ternaricarpites floribundus* Krassil. et Volynets, из френцевской [30], а также *Aralia lucifera* Krysht. из кангаузской свиты Партизанского бассейна [7, 10, 14].

По палинологическим данным первое появление пыльцы несомненных покрытосеменных в Раздольненском бассейне прежде отмечалось в палинокомплексах раннего альба из нижней части галенковской свиты [15].

Такое важнейшее биотическое событие мелового периода, как появление наиболее эволюционно продвинутой группы растительного мира, на территориях, сопредельных с Раздольненским бассейном Приморья, произошло, как считалось, гораздо раньше. В Партизанском бассейне из верхней подсвиты старосучанской свиты аптского возраста известны *Tricolpites* sp., *Asteropollis asteroides* Hedl. et Norr., и из раннеальбской северосучанской свиты *Tricolpites* sp., *Asteropollis asteroides* и *Cyclusphaera psilata* Volh. et Sepul. [15, 20].

Кроме этих находок, на юге российского Дальнего Востока самые древние цветковые найдены в альбских отложениях (йорекская свита, перекрыва-

ющая угленосные отложения в Буреинском бассейне, нижняя часть айской свиты морского генезиса на Сахалине) [15].

Сведения о пыльце ранних покрытосеменных *Clavatipollenites hughesii*, *C. incisus* Chlon., *Asteropollis asteroides*, *Tricolpites* sp. из баррем-аптских отложений Забайкалья опубликованы в статье В.А. Вахрамеева и З.И. Котовой [4]. *Retimonocolpites* sp. найдена в баррем-аптской формации Нишихиро на юго-востоке Японии [31], *Clavatipollenites* sp. и *Tricolpopollenites* sp. в одновозрастной формации Иминь на северо-востоке провинции Хейлунцзян Китая [32], а *Clavatipollenites hughesii* в баррем-аптской формации Лунпань (бассейн Анчоу, Северная Корея) [29].

А.Ф. Хлоновой было высказано предположение, что трикольпатный, моносулькатный и анасулькатный типы пыльцы покрытосеменных являются предковыми [25]. Нашими находками подтверждено, что именно эти морфотипы первыми появляются в геологической летописи Востока Азии.

По всей видимости, событие возникновения последнего высшего таксона растений на востоке Азиатского континента произошло в барреме-апте. В Раздольненском бассейне это время широкого развития болот с высокопродуктивными растительными сообществами, поставившими в захоронения обильную фитомассу, которая в процессе диагенеза в дальнейшем превращалась в уголь. Болотные сообщества представляли собой консервативные и сбалансированные ценозы [16, 17]. В подобных заполненных мезофитных ценозах дефицит свободных экологических ниш обуславливал преимущественный тормозящий фактор эволюционных процессов, и только разрушение структуры таких ценозов снимало основные причины торможения эволюции и создавало условия для развития некоторых членов биоценоза, например, внедрения в растительные сообщества покрытосеменных. По мнению В.А. Красиловой, ранние антофиты ввиду своего антракофобного характера избегали болотных сообществ; цветковые с момента своего появления были поселенцами нарушенных местообитаний, таких как намывной аллювий, вулканический субстрат и прочее [11, 12]. Подобная эксплерентная стратегия наряду с более продвинутой биологией размножения предопределили успех выживания и широкую адаптивную радиацию этой группы растений.

Ранее покрытосеменные в аптских отложениях Раздольненского бассейна обнаружены не были, возможно, в связи с широким развитием в это время переувлажненных торфообразующих обстановок. В разрезе Пореченского карьера нижний мощный угольный слой завершается чередованием угольных и пе-

Таблица. Таксономический состав (в %) палиноспектров (Пореченский угольный карьер. Раздольненский бассейн).

Таксоны	Радониссит СПП-1	Углисты арглилит СПП-2	Туфоварглилит светло-серый СПП-3	Уголь блестящий СПП-4	Арглилит серый с линзами угля СПП-5	Арглилит серый с линзами угля СПП-7	Уголь блестящий СПП-8	Уголь блестящий СПП-9	Туфоварглилит с остатками растений СПП-10а	Алевролит серый с линзами угля СПП-14	Алевролит серый СПП-15	Алевролит темно-серый с тонкими линзами угля ССП-16	Радониссит К-2	Алевролит темно-серый К-4	Арглилит К-5	Алевролит углистый с растительным детритом К-8	Радониссит К-9	Арглилит темно-серый с линзами угля СПП-21	Арглилит темно-серый с линзами угля СПП-22	Уголь блестящий СПП-23	Арглилит углистый СПП-28	Арглилит светло-серый СПП-33	
Споровые																							
<i>Stereisporites stereoides</i>	2.8	1.2	1.2	1.5	0.8	1.6	1.5	1.1	1	1.1	1	1.1	1.1	1	1.1	1	1.69	1.69	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
<i>Foveosporites cenomanicus</i>					1.2	1.2															1.21	1.21	1.613
<i>Leptolepidites verrucatus</i>					0.8	0.8																	
<i>Retitriletes subrotundus</i>			1.2		1.2	0.4			0.8									0.34					
<i>Concavisorites junctus</i>				2.3	0.4																		
<i>Osmundacidites nicanicus</i>	1.3	2.2					0.4						1.7				1.4	0.68	2.3				1.6
<i>Gleicheniidites laetus</i>	21	19.4	24	29	8.8	6.1	22	22	12.4	11.7	11	17.8	18	5	10	10.3	20	5.07	5.83	11	22.18	6.4	6.4
<i>G. carinatus</i>				4.2					2.3	2.3	2.1	2.8		3			2.4						
<i>G. circinidites</i>	5.7	7.8	6.9	8	2	3.8	5.8	6.7	1.2	2.3	3						5.3						
<i>G. senonicus</i>	33	22.8	29	28	10	6.1	24	30	8.8	9.4	11	12	10	2	14	6.5	23	4.73	3.4	13	6.048	4.3	4.3
<i>Plicifera delicata</i>					1	0.4			2.6	3	3	3.3						1.01	3.4	3.226			
<i>Cicatricosisporites multicostatus</i>																		0.68	1.46	2.419	2.7		
<i>C. dorogensis</i>																		0.68	1.46				1.1
<i>Appendicisporites tricuspidatus</i>									0.8												1.613		
<i>Trilobosporites mirabilis</i>									1.2														
<i>Concavissimisporites asper</i>			0.8		1.5	1.5			0.8				2.2	7	2	4.6							
<i>Pilosporites echinatus</i>					1				0.8														
<i>Klukisporites variegatus</i>						0.4																	
<i>Rouseisporites radiatus</i>																							
<i>R. reticulatus</i>																							
<i>Laevigatosporites ovatus</i>	2.6	1.7	2.4	0.8	2.9	8.8		4	1.5	2.1	5	5	11.8	1	11.8	1	11.8	16	16	4.5	5.645	9.6	9.6
<i>L. ovoideus</i>					1	2.7		1.6	0.8	0.8	3.3	3.3	5	5	2.7	1	2.7	7.28	7.28	1.21	2.7		2.7
<i>Leiotriletes</i> spp.	11	8.9	13	9.6	18	17	10	14	13.2	24.9	23	13.3	14	8	20	8.4	11	14.2	16.5	20	8.871	12.3	12.3
<i>Cyathidites minor</i>	14	13.3	12	7.7	13	13	18	7.8	21.2	12.1	14	10.6	12	8	19	20.6	11	10.8	8.25	16	7.258	14.4	14.4
<i>C. australis</i>	1.7	1.2	1.2	1.2	6	2.7	3.3	2.2	1.6	1.9	3	3.3	3.3	4	3	3.8	2.7	1.46	1.46	3.8	1.21	5.9	5.9

	10	9.4	6.1	5.8	18	17	13	13	10.4	14	15	8.4	16	11	10	12.6	13	27.4	16	17	16.94	12.3
Голосеменные																						
<i>Ginkgocycadophytus</i> spp.															1							
<i>Podocarpidites multesimus</i>								2.8						1								
<i>P. ellipticus</i>								0.8	1.1	0.8	1.7			1					1.94			2.2
<i>Alisporites bilateralis</i>														1		1.1	3.3					
<i>Piceapollenites variabiliformis</i>									0.4	0.8	1.2			1		1.1						
<i>Cedripollenites parvisaccatus</i>								4	1.5	3	5.6	4.4	4	4	4.2			1.01	2.43	2.3	2.822	3.2
Coniferales	1.7				1.9	0.8		0.8	1.9	1.7	2.2	0.6	2	1	2.3			1.35	1.94		1.613	1.6
<i>Araucariacidites australis</i>				1	0.8			0.8	1.9	1.7	2.2	0.6	2	1	2.3			1.35	1.94		1.613	1.6
<i>Taxodiumpollenites hiatus</i>	2.6	6.1	1.6	2.7	11	9.6	5	3.3	8.4	7.9	5.1	6.7	12	5	4	6.5	3.3	8.45	5.83	9.1	5.242	9
<i>Podozamites</i> spp.												2.2		1								
<i>Classopollis classoides</i>	2.2	0.8		3.9	2.3			2	1.12	0.8	2.8	1.7	1	1	1.9	1.4		0.68	1.46			1.1
<i>Eucommidites troedsonii</i>				2	2.7			0.8	0.8					1	2.7			1.01	0.97		1.613	2.1
Покрытосеменные																						
1.1																						
<i>Clavatipollenites hughesii</i>																			0.49		1.21	
<i>Tricolpites micromunus</i>																		2.37	3.4		4.435	
<i>T. vulgaris</i>																						
<i>T. variabilis</i>																						2.1
<i>Tricolpites</i> spp.														1.1	3	1.9		0.68	0.49	0.8	0.806	2.7
<i>Quercites sparsus</i>														1								
<i>Retitricolpites georgiensis</i>																0.8					0.403	1.6

пловых прослоев. По всей вероятности, извержения вулканов, несколько раз засыпавших пеплом речную долину, способствовали возникновению стрессовых условий для растений и животных и даже уничтожению привычных мест обитания. В подобных случаях получают преимущество растения эксплерентной экологической стратегии, сочетавшие широкую фундаментальную толерантность с высокими расселительными возможностями (например, покрытосеменные и глейхениевые).

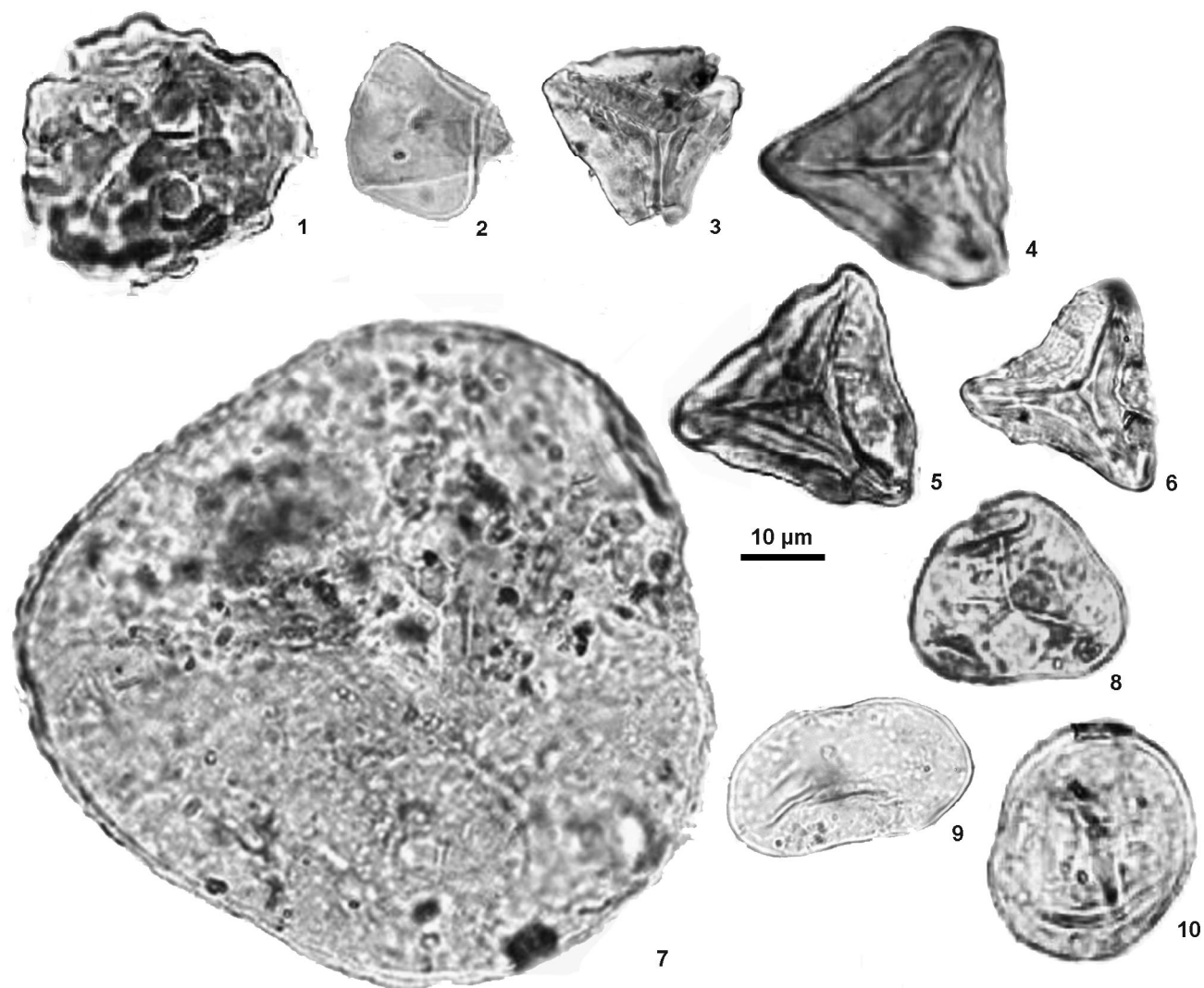
Самые древние представители семейства Gleicheniaceae известны с каменноугольного периода. После почти полного пермо-триасового вымирания со среднего триаса начинается постепенное восстановление глейхениевых, кульминирующее в таксономическом разнообразии и количественно в раннем мелу. К палеогену они на территории Евразии почти полностью вымирают [2, 33].

Пик их морфологического разнообразия и преобладания в растительных сообществах приходится на средний-поздний апт Европы и Азии [1, 8, 15, 19, 23]. Не исключено, что доминирование глейхениевых (современные представители которых очень светолюбивые и одновременно нуждающиеся во влажной почве [9]) на такой обширной территории было связано с некоторыми изменениями среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дополнены данные о палиноспектрах из угольных пластов, а также кластических междупластий Пореченского карьера Ильичевского угольного месторождения Раздольненского бассейна. Анализ таксономического состава спор и пыльцы позволил установить их особенности, выявить доминирующие и характерные виды в осадках различного генезиса.

Так, например, в палиноспектрах из нижнего гумусово-рабдописситового угля доминируют глейхениевые и циатейные при сопутствующих диксониевых и *Ginkgocycadophytus*. В палиноспектрах из верхнего пласта рабдописситового угля, при доминировании папоротникообразных, участие глейхениевых значительно снижается. Главная особенность спектров – появление в них единичной пыльцы покрытосеменных. В палиноспектрах из кластических пород глейхениевые отступают на вторые позиции, а доминантами становятся полиподиевые. Велико участие циатейных. Таксономическое разнообразие голосеменных значительно, при их довольно низком участии. Доля цветковых возрастает не только в видовом отношении, но и количественно. Нашими находками подтверждено, что трикольпатный, моно-



Фотогаблица 1. Споры папоротникообразных, угольный карьер «Пореченский», Ильичевское месторождение, Раздольненский бассейн, Южное Приморье, липовецкая свита, № коллекции 181 (БПИ ДВО РАН, г. Владивосток).

1 – *Leptolepidites verrucatus*, СПП-22; 2 – *Cyathidites minor*, СПП-28; 3 – *Gleicheniidites carinatus*, СПП-28; 4–5 – *G. senonicus*, СПП-22, СПП-28; 6 – *G. laetus*, К-4; 7– *Concavissimisporites asper*, К-4; 8 – *C. junctus*, СПП-22; 9 – *Laevigatosporites ovatus*, СПП -22; 10 – *L. ovoides*, СПП-22.

сулькатный и анасулькатный типы пыльцы покрытосеменных первыми появляются в геологической летописи Востока Азии.

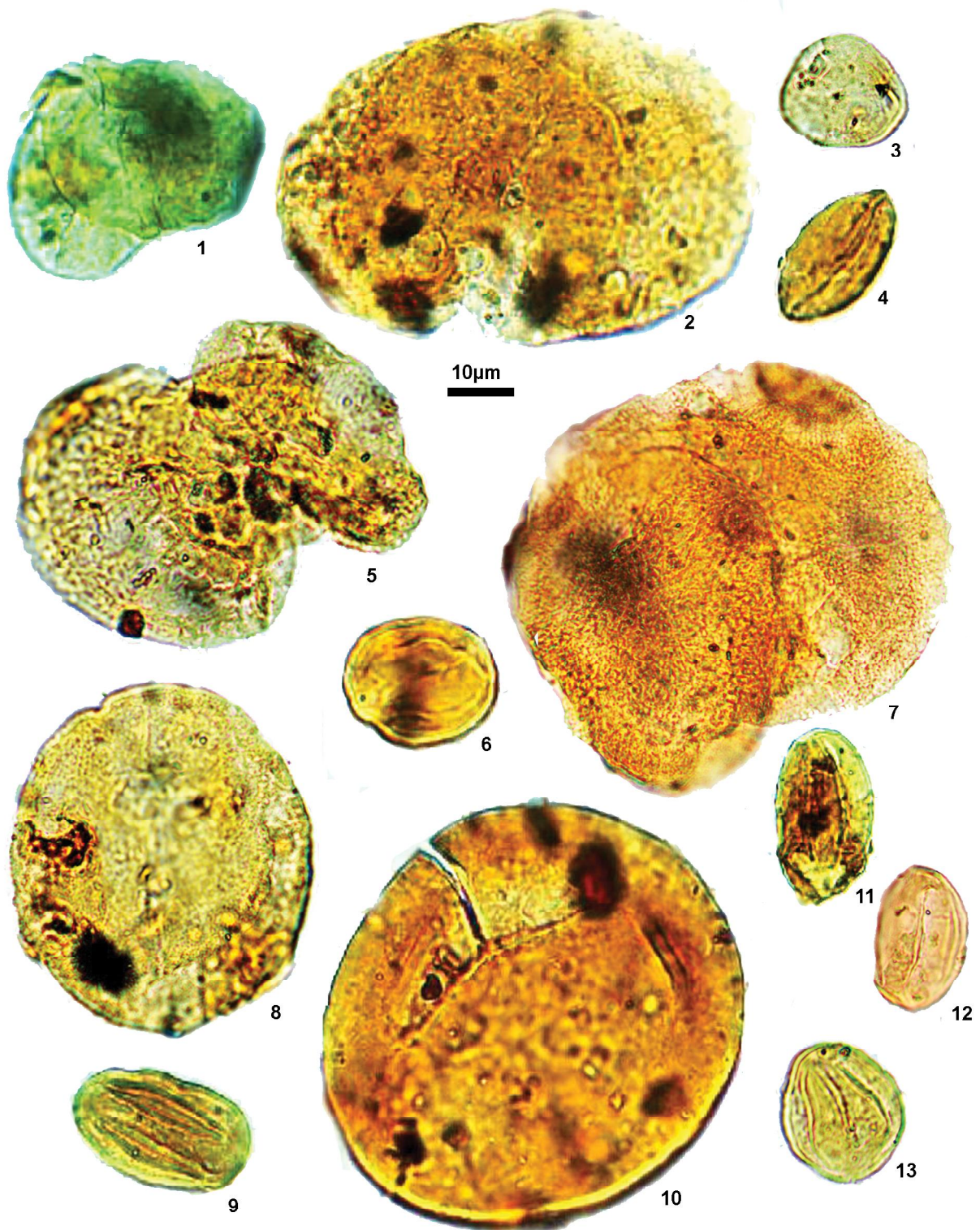
Из кластических отложений угольного карьера собраны отпечатки ископаемых растений и остатки древесины хвойных. На основе палинологического и эпидермально-кутикулярного анализов выявлен состав растений-углеобразователей продуктивных и маломощных угольных прослоев.

В результате сопоставления таксономического состава полученных палиноспектров из Пореченского карьера с таковыми, изученными ранее из липовецкой свиты Липовецкого месторождения, установлено

время седиментации угленосной подсвиты липовецкой свиты в карьере как аптский век [28]. Впервые найденная в аптских отложениях Раздольненского бассейна пыльца покрытосеменных позволяет предположить более раннее ее появление, чем считалось прежде (ранний альб).

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа частично выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект № МК-2993.2015.4), Project "111" from Ministry of Education, China.



Фототаблица 2. Пыльца голосеменных и цветковых, угольный карьер «Пореченский», Ильичевское месторождение, Раздольненский бассейн, Южное Приморье, липовецкая свита, № коллекции 181 (БПИ ДВО РАН, г. Владивосток).

1 – *Cedruspollenites parvisaccatus*, СПП-22; 2 – *Piceapollenites variabiliformis*, СПП-22; 3 – *Taxodiumpollenites hiatus*, К-4; 4 – *Ginkgo-cycadophytus* spp., СПП-28; 5 – *Podocarpidites ellipticus*, К-4; 6 – *Classopollis classoides*, СПП-22; 7 – *Alisporites bilateralis*, СПП-28; 8 – *Araucariacidites australis*, К-4; 9 – *Eucommiidites troedsonii*, СПП-22; 10 – *Podozamites* spp., СПП-22; 11–13 – *Tricolpites* spp., СПП-28, К-4.

Авторы благодарны сотрудникам Дальневосточного геологического института ДВО РАН В.П. Нечаеву и А.И. Малиновскому за описание разреза и шлифов, главному геологу треста «Дальвостуглеразведка» В.И. Подоляну за содействие при проведении полевых работ на угольных разрезах Приморья, сотрудникам Биолого-почвенного института ДВО РАН Н.Н. Нарышкиной за помощь в работе на электронном сканирующем микроскопе, Н.П. Домре за обработку палинологических проб. Особая благодарность безвременно ушедшему В.А. Красилову, с которым обсуждались все аспекты палеоботаники, палеоклиматологии и геологии Южного Приморья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Болховитина Н.А., Котова З.И. Спорово-пыльцевые комплексы угленосной толщи Суйфунского бассейна на Дальнем Востоке // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1963. № 1. С. 77–92.
- Болховитина Н.А. Споры глейхениевых папоротников и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1968. 116 с.
- Бугдаева Е.В., Маркевич В.С., Волынец Е.Б., Ковалева Т.А., Нечаев В.П. Раннемеловые растения-углеобразователи Раздольненского бассейна (Южное Приморье) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Сб. науч. трудов / Ред. Е.Ю. Барабошкин, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаева, М.А. Афонин, М.В. Черепанова. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 70–72.
- Вахрамеев В.А., Котова З.И. Древние покрытосеменные и сопутствующие им растения из нижнемеловых отложений Забайкалья // Палеонтол. журн. 1977. № 4. С. 102–109.
- Вербицкая З.И., Дзенс-Литовская О.А., Штемпель Б.М. Меловая растительность и угли Приморского угленосного бассейна. М.-Л.: Наука, 1965. 120 с.
- Верещагин В.Н. Меловая система Дальнего Востока. Л.: Недра, 1977. 207 с.
- Волынец Е.Б. Апт-сеноманская флора Приморья. 1. Флористические комплексы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13, № 5. С. 60–79.
- Воронова М.А. Континентальные отложения баррема и апта юга Восточно-Европейской платформы // Континентальный мел СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 46–50.
- Корчагина И.А. Систематика высших споровых растений с основами палеоботаники. СПб: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2001. 696 с.
- Красилов В.А. Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М.: Наука, 1967. 264 с.
- Красилов В.А. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы. М.: Наука, 1985. 239 с.
- Красилов В.А. Происхождение и ранняя эволюция цветковых растений. М.: Наука, 1989. 264 с.
- Криштофович А.Н. Липовецкие каменноугольные копи в Уссурийском крае: Материалы Геол. комитета по общей и прикладной геологии. Вып. 81. Л.: Геол. ком., 1928. 36 с.
- Криштофович А.Н. Открытие древнейших двудольных покрытосеменных и эквивалентов потомакских слоев на Сучане в Уссурийском крае // Изв. Геол. ком. 1929. Т. 48, № 9. С. 113–124.
- Маркевич В.С. Меловая палинофлора севера восточной Азии. Владивосток: Дальнаука, 1995. 200 с.
- Маркевич В.С., Бугдаева Е.В. Палинологическое обоснование возраста пограничных отложений юры и мела в Буреинском бассейне (Российский Дальний Восток) // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 3. С. 91–100.
- Маркевич В.С., Бугдаева Е.В. Позднеюрско-раннемеловые растения-углеобразователи Буреинского бассейна (российский Дальний Восток) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22, № 5. С. 14–30.
- Маркевич В.С., Ковалева Т.А., Нечаев В.П., Волынец Е.Б., Бугдаева Е.В. Палиностратиграфия Пореченского угольного разреза (Раздольненский бассейн, Приморье) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Сб. науч. трудов / Ред. Е.Ю. Барабошкин, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаева, М.А. Афонин, М.В. Черепанова. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 204–207.
- Нестерова Е.В., Пономаренко З.К., Шилин П.В. Средне-поздне-меловые флоры севера Тургайской низменности // Континентальный мел СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 51–61.
- Олейников А.В., Коваленко С.В., Неволлина С.И., Волынец Е.Б., Маркевич В.С. Новые данные по стратиграфии верхнемезозойских отложений северной части Партизанского каменноугольного бассейна // Континентальный мел СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 114–126.
- Палеопалинология. Т. I. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий / Ред. И.М. Покровская. Л.: Недра, 1966. 352 с.
- Принада В.Д. О результатах исследования флоры Южно-Уссурийского края. Хабаровск: Дальневост. гидрогеол. трест, 1941. 58 с.
- Смирнова С.Б. Изменение морфологии спор глейхениевых в течение раннемелового времени // Закономерности исторического развития ископаемых организмов (конодонты, фораминиферы, растения, девонские рыбы). М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 130–135.
- Угольная база России. Т. V. Кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока / Ред. В.Ф. Череповский. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1997. 371 с.
- Хлонова А.Ф. Появление и стратиграфические уровни основных типов меловой пыльцы покрытосеменных // Палиностратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 21–34.
- Шарудо И.И. Состав и условия накопления меловых угленосных отложений Суйфунского бассейна. Новосибирск: Наука, 1965. 72 с.
- Штемпель Б.М. Фитостратиграфия меловой системы Южного Приморья. М.-Л.: АН СССР, 1960. (Тр. ЛАГУ АН СССР. Вып. 10). С. 167–193.
- Bugdaeva E.V., Markevich V.S. The coal-forming plants of rhabdopissites in the Lipovtsy Coal Field (Lower Cretaceous of Southern Primorye) // Paleontol. J. 2009. V. 43, N. 10. P. 1217–1229.
- Jiang D.-X., Yang H.-Q. Early Cretaceous palynoflora from Anchow Basin, Korea // Acta Bot. Sin. 1996. V. 38, N. 2. P. 150–155.
- Krassilov V.A., Volynets E.B. Weedy Albian angiosperms // Acta Palaeob. 2008. V. 48. P. 151–169.

31. Legrand J., Yamada T., Nishida H. Palynofloras from the upper Barremian-Aptian Nishihiro Formation (Outer zone of southwest Japan) and the appearance of angiosperms in Japan // *J. Plant Res.* 2014. V. 127. P. 221–232.
32. Pu R.-G., Wu H.-Zh. The palynological assemblages of the Hungganling and Zhalainguoer in Hingganling region, Northeast China, and their stratigraphical significance // *Bull. Shenyang Inst. Geol. Miner. Res.* 1985. N. 11. P. 47–95.
33. Wang Yo., Yang X., Guignard G., Deng Sh., Tian N., Jiang Z. The fossil Gleicheniaceae ferns of China: Biodiversity, systematics, spore ultrastructure and evolution // *Rev. Palaeobot. & Palynol.* 2009. V. 156. P. 139–156.

Рекомендована к печати Л.И. Попеко

T.A. Kovaleva, V.S. Markevich, E.V. Bugdaeva, E.B. Volynets, M.A. Afonin

New data on palynostratigraphy of the Lipovetsky Formation of the Razdolnaya coal basin (Southern Primorye)

Palynological samples, plant megafossils, fossil wood and coals were selected from the upper Lipovetsky Formation (Porechye openpit mine of the Illichevka coal field, Razdolnaya Basin, Southern Primorye) along with the coal taken to determine coal-forming plants from dispersed cuticles. The taxonomical composition of palynomorphs from coals and interstratal clastic deposits was identified and the Aptian age of the palynomorph-bearing strata was defined. Palynospectra from the lower humic-rhabdopissite coal seam are dominated by the gleicheniaceae and cyatheaceae ferns accompanied by dicksoniaceae ferns and Ginkgocycadophytus. In the palynospectra from the upper coal seam the share of Gleicheniaceae considerably decreases keeping its dominating role; extremely rare angiosperm pollen appears. The palynospectra obtained from clastic rocks are dominated by Polypodiaceae and Cyatheaceae. The taxonomical diversity of gymnosperms is considerable, but their amount is rather low. The share of angiosperms increases in respect of species diversity as well percentage. The pollen of angiosperms for the first time found in the Aptian deposits of the Razdolnaya Basin allows us to assume their earlier appearance as considered previously (the early Albian). The coal-forming plants of the Illichevka coalfield were determined.

***Key words:* palynological spectrum, fossil plants, Porechye openpit mine, Illichevka coal field, Razdolnaya coal basin, Primorye region, Lipovetsky Formation, Lower Cretaceous, Aptian.**