

УДК 561.35/.4 (551.763.1)(571.63)

РАСТЕНИЯ-УГЛЕОБРАЗОВАТЕЛИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ НИЖНЕМЕЛОВОЙ СТАРОСУЧАНСКОЙ СВИТЫ (ПАРТИЗАНСКИЙ БАССЕЙН, ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

© 2014 г. Е. В. Бугдаева, В. С. Маркевич, Е. Б. Волынец

Биологический институт Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток

e-mail: bugdaeva@ibss.dvo.ru

Поступила в редакцию 12.04.2012 г., получена после доработки 17.09.2012 г.

Детально изучены макроостатки растений и палинокомплексы из разреза угленосной верхней части старосучанской свиты аптского возраста возле дер. Молчановка (Партизанский бассейн, Южное Приморье). В результате исследования дисперсных кутикул из угля с помощью светового и сканирующего электронного микроскопов установлено, что угли сложены в основном остатками таксоидевых *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., подчиненными мировиевыми, редкими представителями гинкговых *Pseudotorellia* sp. и беннеттитов *Nilssoniopteris rithidorachis* (Krysht.) Krassil. В палиноспектре угольного прослоя доминируют споры *Gleicheniidites* и пыльца *Taxodiaceae pollenites*. Установлено, что в болотных сообществах аптского возраста в Партизанском бассейне преобладали таксидиевые и глейхиевые. Наряду с ними, но в меньшем количестве существовали мировиевые, гинкговые и очень редкие беннеттиты. В захоронениях растений из кластических отложений преобладают побеги и листья *Elatides asiatica*, вайи *Birisia onychioides* (Vassil. et K.-M.) Samyl., редко встречаются обрывки листьев *Nilssoniopteris* sp., чешуелистных хвойных и *Ginkgo ex gr. adiantoides* (Ung.) Heer. Дисперсная кутикула из этих слоев представлена преимущественно *Pseudotorellia* sp., но ее макроостатки в захоронениях не найдены. В палиноспектрах из кластических прослоев доминируют споры *Laevigatosporites*. Среди пыльцы голосеменных обильны *Ginkgocycadophytus* и близкие к сосновым.

Ключевые слова: болотные растительные сообщества, растения-углеобразователи, ранний мел, старосучанская свита, Партизанский и Раздольненский бассейны, Южное Приморье.

DOI: 10.7868/S0869592X14030041

ВВЕДЕНИЕ

Нижнемеловые угленосные отложения широко распространены на юге Приморского края в Раздольненском и Партизанском бассейнах. История их биостратиграфических исследований насчитывает более века и связана с именами А.Н. Криштофовича (1928, 1929; Криштофович, Принада, 1932), В.Н. Верещагина (1977), Б.М. Штемпеля (1959, 1960), В.Д. Принады (Материалы..., 1956), З.И. Вербицкой (1962; Вербицкая и др., 1965), О.В. Шугаевской (Шугаевская, Маркевич, 1964), В.А. Вахрамеева (1959), В.А. Красилова (1967), В.П. Коновалова (Маркевич и др., 2000), А.В. Олейникова (Олейников и др., 1990), Ф.Р. Лихта (1961), В.С. Маркевич (1995).

Партизанский угольный бассейн расположен в центральной части Южного Приморья и занимает обширную территорию (8000 км^2), протягивающуюся более чем на 120 км от побережья Японского моря до верховьев р. Большая Уссурка (рис. 1).

Продуктивные отложения нижнего мела этого бассейна объединены в сучансскую серию общей мощностью до 1300 м, в составе которой принято выделять две свиты: нижнюю старосучансскую и верхнюю северосучансскую. Первая с размывом и угловым несогласием залегает на позднепротерозийских габброидах, раннепалеозойских гранитоидах и верхнепермских вулканогенно-осадочных отложениях. Она сложена разнозернистыми песчаниками, гравелитами, конгломератами, реже алевролитами, аргиллитами и пластами каменного угля. Ее мощность изменчива и колеблется от 280 м на северо-востоке до 800 м в центральных районах бассейна. По литологическим особенностям и степени угленасыщенности старосучанская свита подразделяется на две подсвиты. Нижняя имеет меньшее распространение и представлена в основном мелко- и среднезернистыми песчаниками, в меньшей степени алевролитами, аргиллитами и маломощными пластами угля. В основании иногда прослеживается маломощный, местами выклинивающийся горизонт конгломератов.

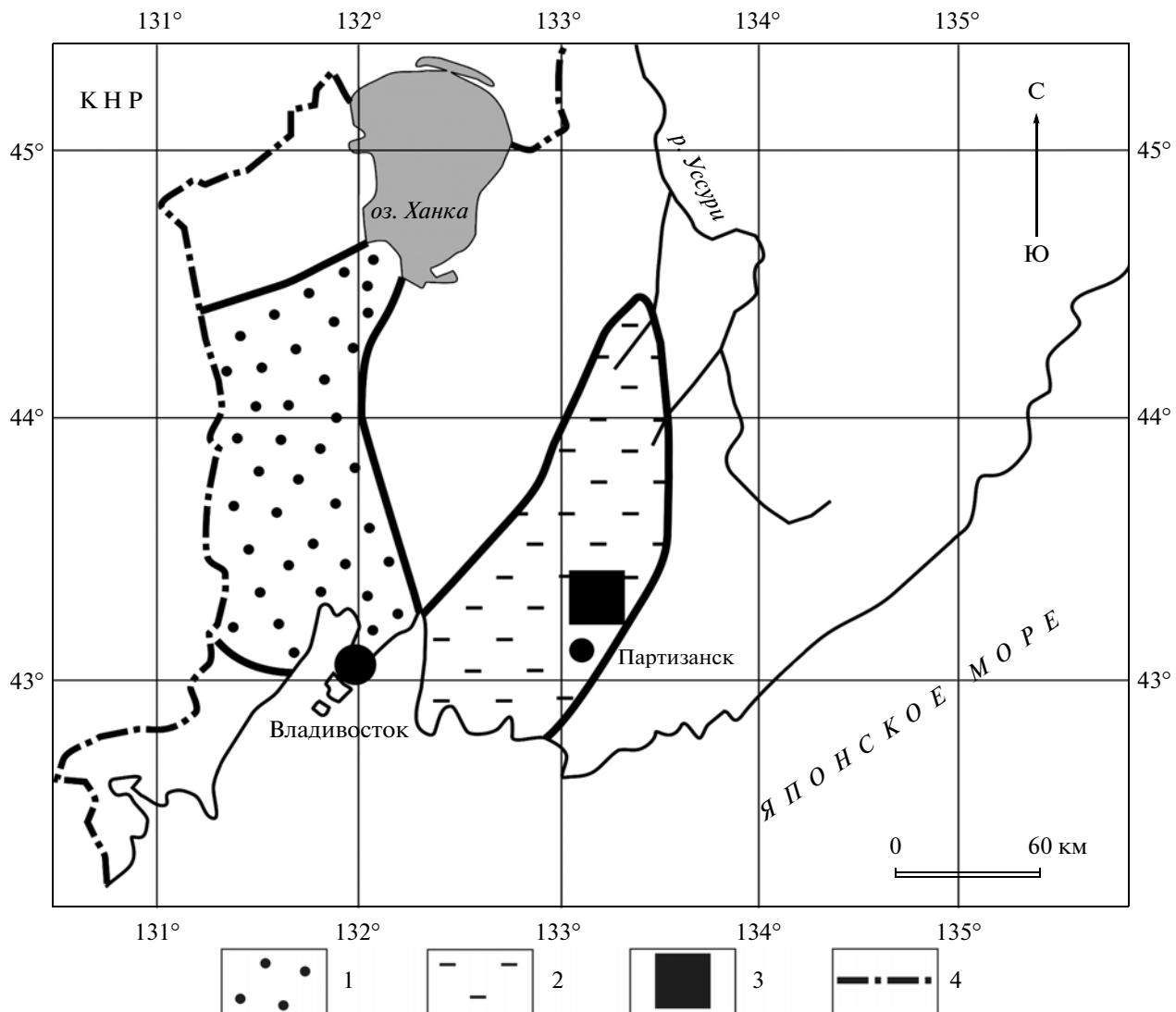


Рис. 1. Схема района исследований.

1 – Раздольненский бассейн, 2 – Партизанский бассейн, 3 – местонахождение Молчановского разреза, 4 – государственная граница Российской Федерации.

ратов. Мощность нижней подсвиты варьирует от 0 до 300 м. Верхняя подсвита широко распространена по всей площади бассейна. В ее основании залегают конгломераты, гравелиты, крупнозернистые песчаники. В составе подсвиты преобладают крупно-, средне- и мелкозернистые песчаники (60 до 90%), переслаивающиеся с алевролитами, аргиллитами и пластами каменного угля. Мощность верхней подсвиты от 260 до 500 м (Угольная..., 1997).

Старосучанская свита богата растительными остатками. В.А. Красиловым (1967) в нижней подсвите собраны *Ruffordia goeppertii* (Dunk.) Sew., *Coniopteris burejensis* (Zal.) Sew., *Polypodites verestchagini* Krassil., *Cladophlebidium dahuricum* Pryn., *Cladophlebis frigida* (Heer) Sew., *Nilssonia ex*

gr. *brongniartii* (Mant.) Dunk., *Taeniopteris* sp., *Podozamites* ex gr. *lanceolatus* (Lindl. et Hutt.) Braun, *Araucariodendron oblongifolium* Krassil., *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *Athrotaxites sutschanicus* Krassil., *Carpolithes* sp. Этот автор отмечает, что находки побегов *Elatides asiatica* многочисленны в горизонте угольного пласта Тонкий шахты № 10, расположенной на северной окраине г. Партизанск (Красилов, 1967, с. 35).

Верхняя подсвита содержит более многочисленные и разнообразные ископаемые растения. Помимо вышеперечисленных видов, которые здесь также встречаются, найдены *Asterenites* sp., *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb.) Ward, *Tei-hardia tenella* (Pryn.) Krassil., *Polypodites ussuriensis* Krysht. et Pryn., *Cladophlebis novopokrovskii* Pryn.,

Zamites sp., *Athrotaxopsis expansa* Font., *Elatocladus ex gr. curvifolia* (Dunk.) Nath., E. sp., *Machairostrobus sutschanicus* Krassil., *Zamiopsis dentata* (Font.) Berry (Красилов, 1967).

Палинологический комплекс старосучанской свиты характеризуется высоким таксономическим разнообразием (Вербицкая, 1962; Маркевич, 1995). В нем доминируют пыльца таксодиевых (до 30%) и споры глейхениевых (до 30%). Последние очень разнообразны, они включают *Gleicheniidites laetus* (Bolch.) Bolch., *G. angulatus* (Bolch.) Bolch., *G. senonicus* Ross, *G. circinidites* Dettm., *G. conflexa* Chlon., *G. dicarpoides* Chlon., *G. stellatus* (Bolch.) Bolch., *Plicifera delicata* Bolch. Незначительным количеством представлены споры схизейных *Cicatricosisporites multicostatus* (Bolch.) Poc., *C. dorogensis* Pot. et Gell., *C. sp.*, *Impardecispora apiverrucata* (Coup.) Venkat. et Rasa, *Concavissimisporites asper* Poc. (в сумме до 3%). Пыльца сосновых составляет небольшую часть комплекса, редки *Classopollis classoides* Pfl. emend. Poc. et Jans. и *Eucommidiites troedsonii* Erdtm.

В верхней подсвите найдены раковины пресноводных и солоноватоводных моллюсков *Unio*, *Cyrena*, *Tellina*, *Corbicula* (Угольная..., 1997). Не исключено, что в старосучанское время бассейн сообщался с морем через систему лиманов.

Опираясь в основном на палеоботанические данные, возраст старосучанской свиты принят как баррем-аптский (Решения..., 1994; Волынец, 2005), хотя ранее он считался позднеокомским–раннеаптским (Красилов, 1967).

В тафоценозах старосучанской свиты преобладают остатки следующих растений: папоротники *Coniopteris burejensis*, *Polypodites verestchagini*, *Cladophlebidium dahuricum*, хвойные *Elatides asiatica*, *Athrotaxites sutschanicus*, *Machairostrobus sutschanicus* и растение неясного систематического положения *Zamiopsis dentata* (Красилов, 1967). Отметим, что вышеперечисленные растения доминируют в захоронениях, приуроченных к классическим отложениям. Из угольных же пластов В.А. Красилов выявил побеги *Elatides asiatica*, тироидии грибов *Microthyriacites* и многочисленные спорангии *Polypodites*. По данным этого автора можно заключить, что болотные растительные сообщества в старосучанское время существовали на приморских низменностях и представляли собой влажный хвойный лес с подлеском из папоротников *Polypodiaceae*.

Северосучанская свита залегает согласно или с незначительным размывом на старосучанской свите и подразделяется на две подсвиты – нижнюю безугольную и верхнюю угленосную. Первая сложена преимущественно тонко- и мелкозернистыми песчаниками с редкими прослоями средне- и крупнозернистых; ее мощность варьирует от 80 до 220 м. Вторая представлена песчаниками,

алевролитами, аргиллитами, пластами каменного угля, реже конгломератами; мощность от 120 до 280 м. Свита содержит обильные остатки растений, а также пресноводных и морских двустворок (Красилов, 1967; Угольная..., 1997; Маркевич и др., 2000). Ее возраст принят как ранне-среднэльбский (Решения..., 1994).

В целом флора северосучанской свиты отличается от флоры старосучанской свиты повсеместным распространением хвойных *Athrotaxopsis expansa* и *Elatocladus ex gr. curvifolia*. Широко распространенный в старосучанское время папоротник *Polypodites verestchagini* в северосучанское время встречается очень редко, зато остатки *Cladophlebis novopokrovskii* и особенно *C. frigida* более многочисленны. Впервые в геологической летописи Партизанского бассейна появляются цветковые (Красилов, 1967). В верхней части северосучанской свиты широко распространены так называемые “тригониевые слои” – отложения кратковременной ингрессии моря в середине альба. Вышележащие лагунные и озерные отложения практически не угленосны.

З.И. Вербицкой (1962) детально изучены палиноспектры из всех угольных прослоев старо- и северосучанской свит Партизанского бассейна и сделан вывод о доминировании пыльцы близких к таксодиевым и спор глейхениевых по всему разрезу. В палиноспектрах из углей старосучанской свиты явно доминируют споры глейхениевых, а в палиноспектрах из углей северосучанской свиты – пыльца таксодиевых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами детально изучен разрез возле дер. Молчановка, расположенный в 40 км к северу от г. Партизанск Приморского края (рис. 1). В нем представлены верхняя часть старосучанской свиты, а также северосучанская и кангаузская свиты (рис. 2). Два первых стратона содержат угольные пласти разной мощности. В этом разрезе угленосные отложения подразделяются на три ритмопачки мощностью 137, 156 и 203 м. Граница между старо- и северосучанской свитами проходит по подошве третьей ритмопачки. В верхней части северосучанской свиты развиты слои с морскими моллюсками (Олейников и др., 1990; Маркевич и др., 2000) и фораминиферами (Красилов, 1967).

Изученная нижняя часть Молчановского разреза (верхняя часть старосучанской свиты, местонахождение 3767) представлена на рис. 3:

Слой 1. В видимом основании разреза залегают песчаники желтовато-серые и зеленовато-серые, от грубозернистых до тонкозернистых, в верхней части слоя переходящие в серые алевро-

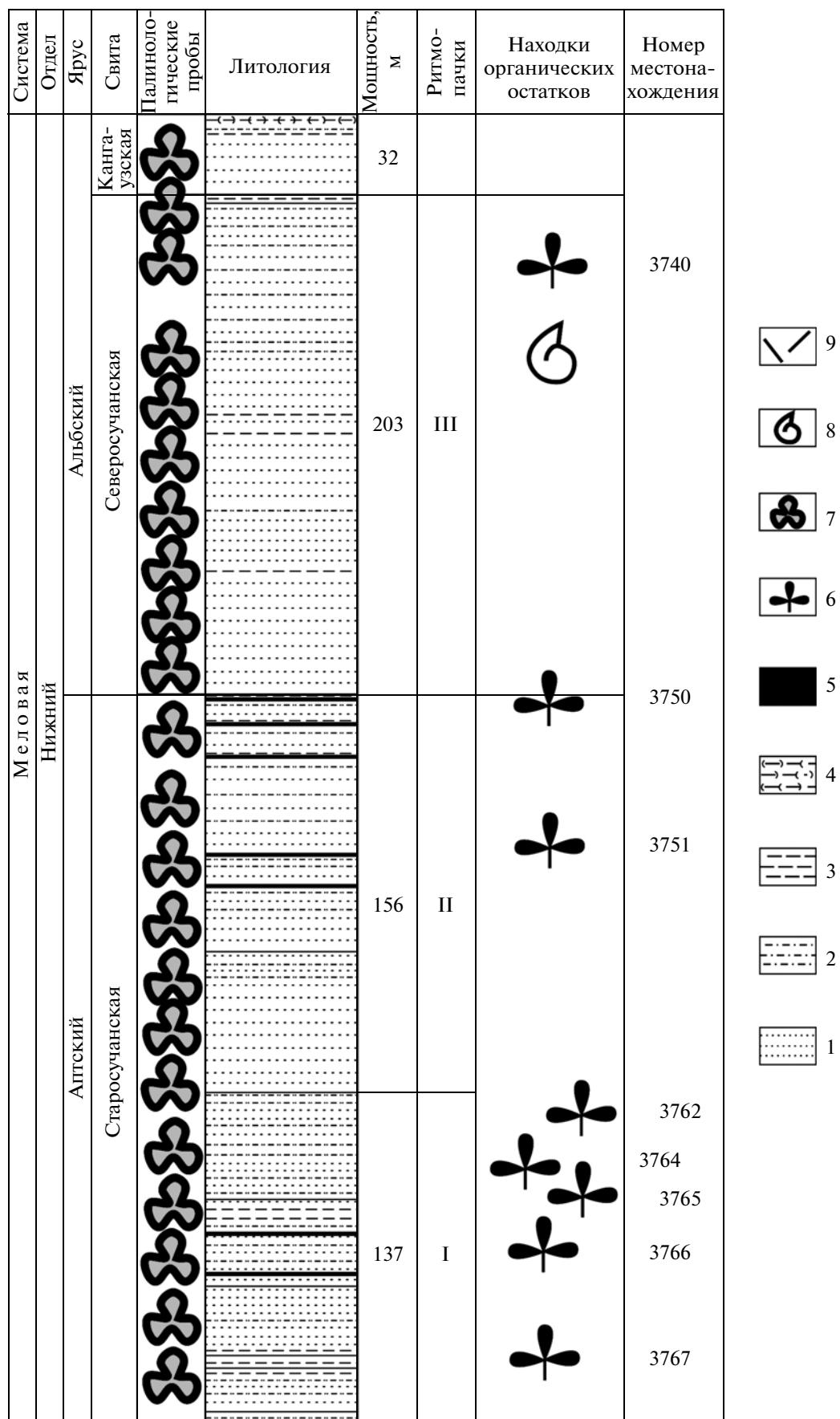


Рис. 2. Сводный разрез старосуанской, северосуанской и кантузской свит возле дер. Молчановка (Партизанский бассейн). 1 – песчаник, 2 – песчанистый алевролит, 3 – алевролит, 4 – туфоалевролит, 5 – уголь, 6 – находки растений, 7 – места отбора палинологических проб, 8 – находки моллюсков, 9 – позднемеловые риолиты.

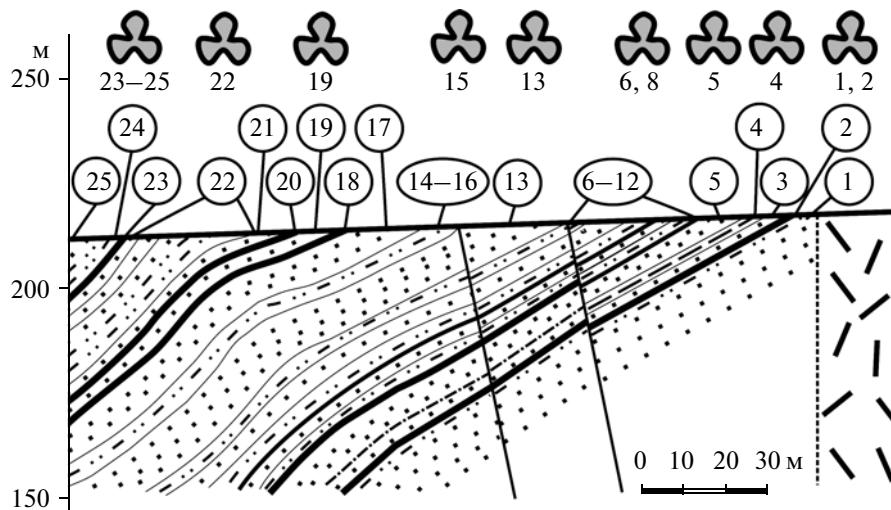


Рис. 3. Разрез местонахождения 3767 (Молчановский разрез, верхняя часть старосучанской свиты). Условные обозначения те же, что и на рис. 2. Цифры в кружках — номера слоев.

песчаники, тонко переслаивающиеся с зеленовато-серыми алевролитами. Мощность около 5 м.

Слой 2. Угольный пласт а-5 Китаевский. Мощность 0.5 м.

Слой 3. Песчаник ржаво-бурый, среднезернистый, ожелезненный. Мощность 1 м.

Слой 4. Темно-серый углистый песчанистый алевролит. Мощность 2 м.

Слой 5. Песчаник серый с розоватыми оттенками, мелко-среднезернистый, полевошпат-кварц-граувакковый. Мощность 8 м.

Слои 6–12. Тонкое переслаивание серых мелкозернистых песчаников, желтовато-серых алевропесчаников с двумя маломощными (0.2–0.3 м) угольными прослойями и угольным пластом а-6 Тройник (1.2 м). Наиболее обильные дисперсные кутикулы были получены из нижнего угольного пласта (слой 6). В алевропесчаниках найдены растительные остатки: *Equisetites ex gr. burejensis* (Heer) Krysht., E. sp., *Coniopteris cf. saportana* (Heer) Vachr., C. sp., *Birisia onychioides* (Vassil. et K.-M.) Samyl., *Sagenopteris* sp., *Nilssoniopteris* sp., *Nilssonia* sp., *Cycadolepis* sp., *Pityophyllum* sp., *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *Athrotaxopsis expansa* Font. et Berry, *Athrotaxites sutschanicus* Krassil., *Carpolithes* sp. При мацерации алевропесчаников были выявлены дисперсные кутикулы *Pseudotorellia* sp. и *Podocarpus* sp. Общая мощность ~12 м.

Слой 13. Песчаник серовато-коричневый, мелко-среднезернистый, полевошпат-кварц-граувакковый, с обильным растительным детритом и конкрециями мергеля. Мощность 11 м.

Слои 14–16. Переслаивание серых, серовато-коричневых, зеленовато-серых мелкозернистых песчаников, алевропесчаников и песчанистых алевролитов. Мощность 5.5 м.

Слой 17. Песчаник от розовато-серого до темно-серого цвета, мелко-среднезернистый, полевошпат-кварц-граувакковый, с гравием риолитов. Мощность 9 м.

Слой 18. Угольный пласт а-9. Мощность 0.5 м.

Слой 19. Песчаник светло-серый с розоватыми оттенками, мелко-среднезернистый, аркозовый. Мощность 5 м.

Слой 20. Угольный пласт а-10 Метровый. Мощность 1.1 м.

Слой 21. Песчаник серый с розоватыми оттенками, мелко-среднезернистый, аркозовый, с растительным детритом. Мощность 2 м.

Слой 22. Чередование пластов светло-серых мелкозернистых аркозовых песчаников (0.5–2 м) и пачек тонкого (0.5–1 м) переслаивания серых алевропесчаников и желтовато-серых песчанистых алевролитов; в кровле два прослоя угля мощностью по 0.2 м. Мощность 15 м.

Слой 23. Угольный пласт а-13 Верхний. Мощность 1.2 м.

Слой 24. Переслаивание серых мелкозернистых песчаников и алевропесчаников. В последних найдены растительные остатки: *Coniopteris saportana*, *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb.) Ward, *Nilssonia ex gr. brongniartii* (Mant.) Dunk., *Athrotaxites berryi*. Мощность 6 м.

Слой 25. Переслаивание темно-серых алевролитов и углистых алевролитов, в средней части прослой угля мощностью 0.08 м. Мощность 3 м.

Для целей спорово-пыльцевого анализа были опробованы углистые прослои и кластические породы верхней части старосучанской свиты (местонахождение 3767 Молчановского разреза). Для выделения палиноморф использовалась стандартная методика спорово-пыльцевого ана-

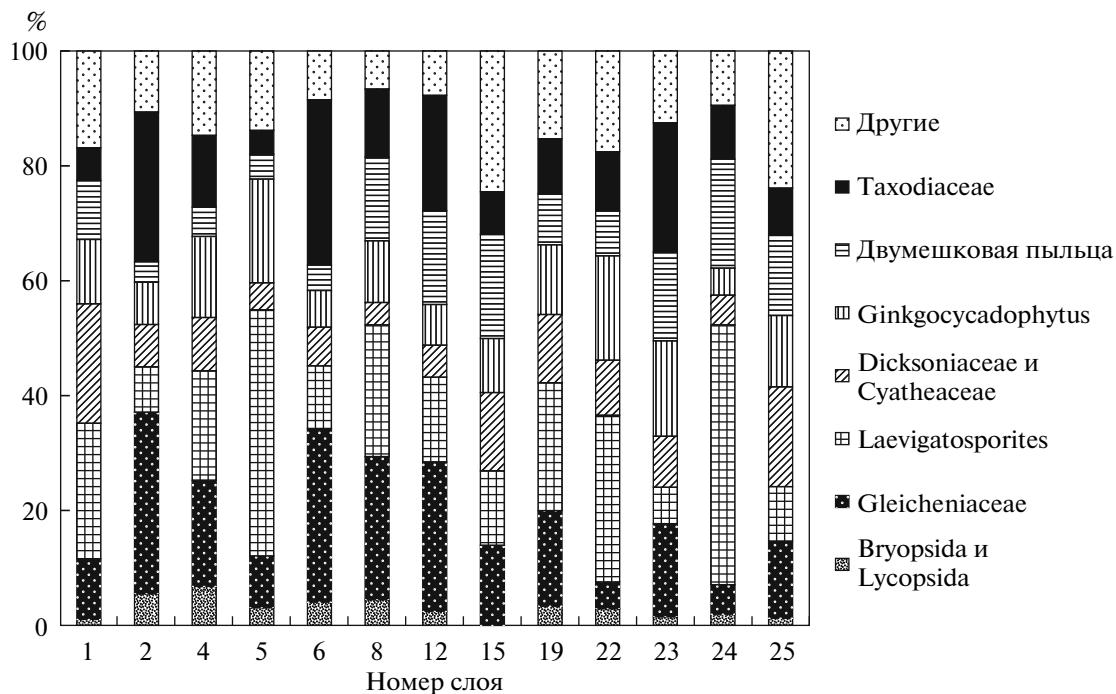


Рис. 4. Соотношение основных групп спор и пыльцы в кластических и угольных прослоях местонахождения 3767 (Молчановский разрез, верхняя часть старосучанской свиты).

лиза. Нами получены палиноспектры практически из каждого слоя. Таксономический состав палиноморф приведен в табл. 1. Всего в местонахождении 3767 отобрано и проанализировано 30 проб, однако не все они оказались насыщенными в таксономическом и количественном отношении. Для построения графика соотношений основных групп спор и пыльцы в палиноспектрах выбраны наиболее представительные спектры тридцати проб из различных литологических разностей (рис. 4).

Из кластических прослоев собраны многочисленные ископаемые растения. Коллекции изученного материала хранятся в Биологическом институте ДВО РАН (фитофоссилий № 350, макерат спорово-пыльцевых проб № 40).

Растения-углеобразователи выявлялись непосредственно из угольных прослоев. Мы исходим из того, что растения, давшие начало углюм, произрастали на месте формирования торфяной залежи и поставляли обильную фитомассу в захоронение, несомненно, гипавтохтонного характера. Имела место преимущественно биогенная седиментация при почти полном отсутствии терригенной. Поскольку кластические отложения представляют собой материал, транспортированный из областей сноса, состав захоронений в них зачастую имеет смешанный характер, т.е. тафоценозы включают остатки как низинных, так и склоновых растений.

Наиболее продуктивным оказался маломощный угольный прослой (слой 6, местонахождение 3767). Для выделения фитолейм угли обрабатывались азотной кислотой и щелочью, затем промывались дистиллированной водой. Из полученных дисперсных кутикул изготовлены постоянные препараты для изучения в световом микроскопе Axioscop 40 с камерой Axiocam HRc и на сканирующем электронном микроскопе EVO 40 фирмы Carl Zeiss.

К сожалению, по дисперсным кутикулам полностью восстановить состав растений-углеобразователей не представляется возможным. Например, папоротники – непременные компоненты болотной растительности – обладают очень тонкой кутикулой, обычно не сохраняющейся при макерации. Однако их споры имеют толстую и прочную оболочку, выдерживающую химическую обработку. Таким образом, палинологические данные позволяют восполнить недостаток информации о роли папоротников как углеобразователей.

Не всегда таксономический состав ископаемых растений и палинологических комплексов полностью совпадает. Это обусловлено тем, что в захоронениях, как правило, сохраняются макроструктуры прибрежных растений, в то время как спектры пыльцы и спор отражают состав растительности со всей водосборной площади. Чаще всего реконструкция локальной растительности только по палиноморфам или растительным остаткам бывает затруднительна. Например,

Таблица 1. Таксономический состав палинологических спектров из верхнестаросучанской подсвиты Молчановского разреза (Партизанский бассейн)

Палиноморфы	%	Споровые						Cjorн 1, несахарн	Cjorн 2, Ytrobip	Cjorн 4, азебепоинт	Cjorн 5, несахарн	Cjorн 6, Ytrobip	Cjorн 8, азебепоинт	Cjorн 13, несахарн	Cjorн 15, азебепоинт	Cjorн 19, несахарн	Cjorн 22, несахарн	Cjorн 23, Ytrobip	Cjorн 24, азебепоинт	Cjorн 25, несахарн	%	
		Cjorн 2, Ytrobip	Cjorн 3, азебепоинт	Cjorн 5, несахарн	Cjorн 6, Ytrobip	Cjorн 8, азебепоинт	Cjorн 13, несахарн		Cjorн 2, Ytrobip	Cjorн 4, азебепоинт												
Stereisporites stereoides	5	1.6	5	1.6	1	0.3	5	1.3	3	1.2	2	0.7				1	0.3			1	0.3	
Aequitriradites spinulosus	2	0.6	4	1.3	2	0.6	2	0.5	1	0.4					2	0.7	2	0.8	3	0.5	5	
Leptolepidites verrucatus	3	1.1	1	0.3	2	0.7			3	1.2	2	0.7			2	0.7	3	1.2				
Lophotriletes babsae			3	1	3	0.9	3	0.8			2	0.7			3	1	3	1				
Kuylisporites lunaris			2	0.6	2	0.7		1	0.3													
Baculatisporites tumulosus			5	1.6	5	1.6	2	0.6	5	1.3					3	1	3	1.2				
Retitriletes subrotundus																						
Denzoisporites obscura																						
Concavisporites junctus	3	1.1	3	1	3	1	2	0.6	3	0.8					2	0.5	3	1	18	3.3	6	
Osmundacidites nicanicus							1	0.3	2	0.5	2	0.8	4	1.3	3	0.8	2	0.7		1.8	2	
O. wellmannii			23	8.2	40	13	25	8.2	23	7.2	56	15	18	7	28	9.2	23	6.1	23	7.6	32	
Gleicheniidites laetus												7	2.7	13	4.3					10	1.8	
G. circinidites																				27	8	
G. senonicus	6	2.2	20	6.4	10	3.3						24	6.3	20	7.8	17	5.6	29	7.7	18	6	12
G. stellatus															7	2.7	8	2.6			2.2	
G. sp.																				22	4	
Plicifera delicata			22	7	9	2.9	6	1.9	16	4.2	11	4.3	12	3.9		8	2.7	11	4.2	12	2.2	
Cicatricosporites multicostatus	5	1.8	3	1	3	1	3	0.9	3	0.8	5	2	2	0.7	12	3.2	4	1.3	6	2.3	4	
C. dorogensis	10	3.6														22	5.9	3	1	3	0.5	
C. tersus	5	1.8	2	0.6	3	1				1	0.3				4	1.1				4		
C. minutae striatus																				1.2		
Appendicisporites macrorhizus															2	0.5	3	1	5	1.9	4	
																				4	1.2	

Таблица 1. Окончание

Палиноморфы	%	Cjon 1, мечеханк	Cjon 2, ятроб	Cjon 4, астрапоинт	Cjon 5, мечеханк	Cjon 6, ятроб	Cjon 8, астрапоинт	Cjon 13, мечеханк	Cjon 15, астрапоинт	Cjon 19, мечеханк	Cjon 22, мечеханк	Cjon 23, ятробинт	Cjon 24, астрапоинт	Cjon 25, мечеханк	%
Impardecispora apiverrucatus	2	0.7	2	0.7											
Concavissimopores asper	17	6.1	2	0.6	9	2.9	10	3.1	4	1.1	3	1.2	8	2.6	26
Laevigatosporites ovatus	66	24	23	7.3	56	18	97	30	31	8.1	32	13	36	12	33
L. ovoides		2	0.6	2	0.7	40	13	11	2.9	27	11	9	3	16	4.3
Leiotrilites gleicheniiformis		5	1.6	5	1.6	1	0.3	11	2.9	8	3.1	6	2	18	4.8
L. spp.	20	7.2	10	3.2	10	3.3		11	2.9	8	3.1	6	2	18	21
Cyathidites minor	34	12	6	1.9	12	3.9	11	3.4	6	1.6	2	0.8	11	3.6	21
C. australis	4	1.4	7	2.2	7	2.3	4	1.3	9	2.4			12	3.2	4
Taurocuporites redundus				2	0.7	5	1.6		2	0.8			12	3.2	4
Голосеменные															
Ginkgocladophytus spp.	31	11	23	7.3	43	14	57	18	24	6.3	27	11	22	7.2	35
Vitreisporites oncodes										2	0.8	3	1		
Podocarpidites multesimus	4	1.4	4	1.3	4	1.3	3	0.9	5	1.3	3	1.2	7	2.3	11
Alisporites aequalis	15	5.4	2	0.6	4	1.3	5	1.6	4	1.1		13	4.3	18	4.8
A. similis		4	1.3	6	2	0.7		6	1.6	6	2.3		15	4	5
Rugubivesiculites rugosus		2	0.6	2	0.7		3	0.8	3	1.2	3	1	7	1.9	2
Cedruspollenites parvisaccatus	4	1.4						2	0.8	9	3	6	1.6		
Araucariacidites australis	3	1.1	14	4.5	14	4.6	10	3.1	13	3.4	1	0.4	2	0.7	3
Taxodiumpollenites hiatus	15	5.4	57	18	22	7.2	6	1.9	74	19	28	11	48	16	22
T. sp.		6	1.9	8	2.6		11	2.9							
Inaperturopollenites dubius	18	5.7	7	2.3	7	2.2	23	6	2	0.8	13	4.3	5	1.3	12
Classopollis classoides	3	1.1	5	1.6	5	1.6	3	0.9	5	1.3	4	1.6	3	1	5
Eucommiidites troedsonii												2	0.7	3	1
Coniferae spp.	6	2.2						6	1.9		22	8.6	14	4.6	11

пыльцу *Ginkgocycadophytus* Samoilovich, 1953 продуцировали растения, относящиеся к разным порядкам (Bennettiales, Cycadales, Ginkgoales, Czekanowskiales и Pentoxylales). В этом случае весьма сложно, а иногда и невозможно по палинологическим данным определить, какие именно растения поставляли моносулькатную пыльцу в захоронения. Таким образом, комплексное изучение макроостатков и палиноморф позволяет более полно и точно восстановить состав растительных сообществ.

С целью флористического анализа палинологического материала, споры и пыльца были объединены в основные группы: (1) Bryopsida и Lycopida; (2) Gleicheniaceae; (3) Laevigatosporites; (4) Dicksoniaceae и Cyatheaceae; (5) Ginkgocycadophytus; (6) двумешковая пыльца хвойных, близких к Pinaceae; (7) Taxodiaceae; (8) другие, включающие представителей осмундовых, схизейных, араукариевых, хейролепидиевых.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В кластических отложениях Молчановского разреза старосучанской свиты в местонахождениях 3767, 3766, 3765, 3764, 3762, 3751, 3750 (рис. 2) нами собраны макроостатки *Equisetites ex gr. burejensis*, *Equisetites sp.*, *Onychiopsis psilotoides*, *Coniopteris saportana* (Heer) Vachr., *Birisia onychioides* (Vassil. et K.-M.) Samyl., *Gleicheniopsis cf. suifunensis* Krassil., *Polypodites verestchagini* Krassil., *Cladophlebis undulata* Oishi, *Sphenopteris sp.*, *Sagenopteris sp.*, *Nilssonia ex gr. brongniartii* (Mant.) Dunk., *Nilssonopteris sp.*, *Cycadolepis sp.*, *Ginkgo ex gr. adiantoides* (Ung.) Heer, *Sphenobaiera ? sp.*, *Athrotaxopsis cf. expansa*, *Athrotaxites cf. berryi* Bell, *A. sutschanicus*, *Pityophyllum sp.*, *Elatides asiatica*, *Onoana cf. nicanica* Krassil., *Carpolithes sp.* Количество в захоронениях преобладают хвоши, папоротники (в основном *Birisia onychioides*), хвойные *Elatides asiatica* и *Athrotaxites cf. berryi*.

В песчаниках, алевропесчаниках и алевролитах местонахождения 3767, перекрывающих угольный прослой (слой 6), найдены *Equisetites ex gr. burejensis* (Heer) Krysht., E. sp., *Coniopteris cf. saportana* (Heer) Vachr., C. sp., *Birisia onychioides* (Vassil. et K.-M.) Samyl., *Sagenopteris sp.*, *Nilssonopteris sp.*, *Nilssonia sp.*, *Cycadolepis sp.*, *Pityophyllum sp.*, *Elatides asiatica*, *Athrotaxopsis cf. expansa*, *Athrotaxites sutschanicus*, *Carpolithes sp.* В результате мацерации алевропесчаников были обнаружены дисперсные кутикулы *Pseudotorellia* sp. и *Podocarpus* sp. В тафоценозах этих кластических пород преобладают папоротники *Coniopteris cf. saportana* и хвойные *Elatides asiatica*.

Кластические отложения в местонахождении 3767 представлены песчаниками, алевропесчаниками и алевролитами. В палиноспектрах песча-

ников (слои 5, 19, 22 и 24) доминируют споры полиподиевых (от 22 до 45%): *Laevigatosporites ovoides* Takah., *L. ovatus* Wils. et Webst., *L. senonicus* Takah. (рис. 4). Присутствуют глейхениевые (*Gleichenioidites laetus*, *G. angulatus*, *G. senonicus*, *G. cercinidites*, *Plicifera delicata*) в количестве от 4 до 16%, а также диксониевые и циатейные (*Cyatheidites minor* Coup., *C. australis* Coup., *Leiotriletes* sp.) в количестве 4–12%. Очень мало спор мохообразных (*Stereisporites stereoides* (Pot. et Venitz.) Pfl., *S. congregatus* (Bolch.) Bolch.) и плауновидных (*Retitriletes subrotundus* (K.-M.) E. Sem., *R. rotundiformis* (K.-M.) Dör.). Среди пыльцы голосеменных доминирует *Ginkgocycadophytus*, близкие к сосновым (*Alisporites similis* Rouse, *A. bilateralis* Rouse и *Cedripites parvisaccatus* (Zauer) Chlon.), в меньшем количестве присутствуют близкие к таксодиевым (*Taxodiaceaepollenites hiatus* (Pot.) Kremp).

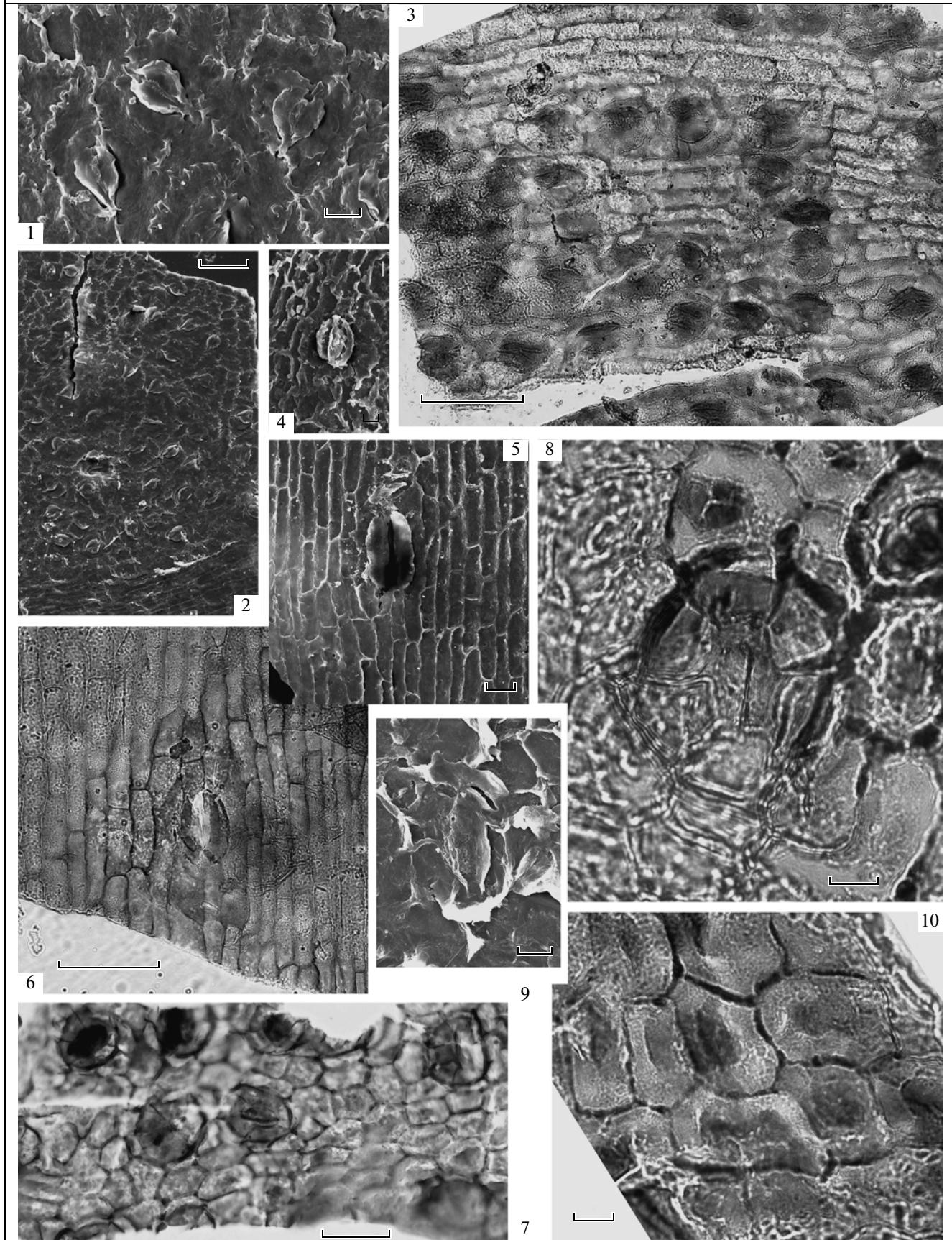
Несколько иное соотношение основных групп спор и пыльцы в палиноспектрах из алевропесчаников (слои 1 и 12). В них количество спор *Laevigatosporites* уменьшается (от 15 до 24%), в то время как содержание глейхениевых, диксониевых и циатейных несколько возрастает (соответственно до 26 и 21%). В составе пыльцы голосеменных соотношение примерно такое же, как и в спектрах из песчаников.

В палиноспектрах из алевролитов (слои 4, 8, 15, 24) в составе основных групп спор и пыльцы явных доминантов не наблюдается.

В палиноспектрах из углей (слои 2 и 6) доминируют споры глейхениевых (до 31%) и пыльца близких к таксодиевым (до 28%). Резко сокращается количество спор *Laevigatosporites*, диксониевых и циатейных, а также количество пыльцы близких к сосновым и *Ginkgocycadophytus* (рис. 4). Палиноспектр из углистого аргиллита слоя 23 носит промежуточный характер: в нем почти такое же соотношение спор глейхениевых, пыльцы *Ginkgocycadophytus* и близких к сосновым, как и в спектрах из алевролитов. Некоторое сходство со спектрами из углей выражается в значительном участии таксодиевых.

Из угольного прослоя (слой 6) нами выделены обильные дисперсные кутикулы. Некоторые из них имеют сходство с кутикулой растений, описанных из нижнего мела Южного Приморья В.А. Красиловым (1967): это представители таксодиевых *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil. (табл. I, фиг. 7–10) и беннеттитовых *Nilssonopteris rithidorrhachis* (Krysht.) Krassil. (табл. I, фиг. 1, 2). Также обнаружены кутикулы мировиевых (предположительно *Tritaenia* sp., табл. I, фиг. 3, 4) и гинкговых (*Pseudotorellia* sp., табл. I, фиг. 5, 6). Среди дисперсных кутикул наиболее многочисленны остатки *Elatides asiatica*, в меньшем количестве

Таблица I



присутствуют мировые, единичны *Nilssoniopteris rithidorachis* и *Pseudotorellia*.

ОБСУЖДЕНИЕ

Палиноспектры из кластических отложений и угольных прослоев местонахождения 3767 в значительной мере различаются по соотношению основных групп спор и пыльцы (рис. 4). В спектрах из песчаников и алевролитов доминируют споры полиподиевых папоротников (*Laevigatosporites*) и двумешковая пыльца близких к сосновым, а в спектрах из угольных прослоев – споры глейхениевых (*Gleicheniidites*), в подчиненном количестве содержится пыльца таксодиевых (*Taxodiaceaeapollenites*) и резко снижена роль спор циатейных, полиподиевых и пыльцы близких к сосновым.

В палиноспектре из угля слоя 6 среди пыльцы голосеменных доминируют таксодиевые. Подобная картина наблюдается и по палеоботаническим данным – среди дисперсных кутикул явно преобладают остатки *Elatides asiatica* (*Taxodiaceae*). Таким образом, и по макрофлоре, и по палинофлоре получены независимые доказательства существования древних представителей этого семейства в раннем мелу и их значительной роли в аптских болотных растительных сообществах Партизанского бассейна. Доминирование таксодиевых является особенностью этого бассейна. *Elatides asiatica* широко представлен в раннемеловых флорах Южного Приморья (Красилов, 1967). Самые обильные и хорошо сохранившиеся находки этого растения происходят из крыши промышленного угольного пласта старосучанской свиты, вскрытой в шахте № 10 на северной окраине г. Партизанск (Красилов, 1967, с. 35).

В одновозрастной палинофлоре расположенного рядом Раздольненского бассейна (рис. 1) таксодиевые немногочисленны (Вербицкая и др., 1965; Маркевич, 1995). Нами выявлено, что в аптом веке в Раздольненском бассейне основными углеобразователями являлись мировые и циатейные (Bugdaeva, Markevich, 2009). Необходимо отметить, что в довольно удаленном внутриконтинентальном Буреинском бассейне таксодиевые также играли довольно значительную роль в поставке фитомассы для образования угля наряду с глейхениевыми, циатейными и растениями, про-

дукцировавшими пыльцу *Ginkgocladophytus* (Шугаевская и др., 1975; неопубликованные данные авторов).

В Приморье единичная пыльца таксодиевых появляется в палинофлоре берриаса. Начиная с баррема ее количественное участие возрастает и достигает максимума в апте. В позднемеловых палинофлорах значение этой пыльцы снижается, затем начиная с позднего маастрикта вновь повышается и кульминирует в дании (Маркевич, 1995). Для этой пыльцы характерен консерватизм морфологических признаков (тонкая экзина и шероховатая скульптура остаются неизменными на протяжении многих миллионов лет). Тем не менее, по нашим данным, можно сказать, что на протяжении мелового периода довольно четко прослеживается тренд в сторону уменьшения размеров пыльцевых зерен. Диаметр берриасских палиноморф варьирует от 36 до 42.5 мкм, в то время как апских – от 20 до 39 мкм. Геологическая летопись мелового периода дает представительный палеоботанический материал по таксодиевым, делая возможным филогенетическую реконструкцию истории семейства, однако при этом необходимо учитывать низкий диагностический вес пыльцы.

Раннемеловые ископаемые растения, по всей видимости продуцировавшие пыльцу *Taxodiaceaeapollenites*, были довольно разными в морфологическом отношении и имели различия на родовом уровне. В Приморье для берриаса и валанжина характерен *Elatocladus* sp. (возможный продуктент), для баррема – альба – *Elatides asiatica*, E. ex gr. *curvifolia* (Dunk.) Nath., *Athrotaxisites berryi*, A. *sutschanicus*, *Athrotaxopsis expansa* Font. emend. Berry; для сеномана – *Sequoia reichenbachii* (Gein.) Heer, S. *fastigiata* (Sternb.) Heer, *Elatocladus gracillimus* (Holl.) Sveshn., E. *anadyrensis* (Krysht.). С турона и позже появляются некоторые из современных родов, такие как *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Taxodium* и др. (Красилов, 1967; Красилов и др., 1981; Бугдаева и др., 2006).

Следует отметить, что представители таксодиевых не только в меловом периоде (Партизанский бассейн, Южное Приморье), но и в палеогеновом (Зейско-Буреинский бассейн, Приамурье) слагали болотные растительные сообщества, по-

Таблица I. Дисперсная кутикула растений-углеобразователей (Южное Приморье, Молчановский разрез, старосучанская свита, ранний мел).

1, 2 – *Nilssoniopteris rithidorachis* (Krysht.) Krassil., кутикула листа (СЭМ): 1 – три устьища, длина линейки 20 мкм, 2 – нижняя поверхность листа в месте слияния интеркостальной зоны и рахиса, длина линейки 100 мкм; 3, 4 – *Tritaenia*? sp., кутикула листа: 3 – расположение устьиц в устьичной полосе (СМ), длина линейки 100 мкм, 4 – устьице (СЭМ), длина линейки 20 мкм; 5, 6 – *Pseudotorellia* sp., кутикула листа: 5 – устьице (СЭМ), длина линейки 30 мкм, 6 – устьице (СМ), длина линейки 100 мкм; 7–10 – *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil.: 7 – расположение устьиц в устьичной полосе (СМ), длина линейки 50 мкм, 8 – устьице (СМ), длина линейки 10 мкм, 9 – устьице (СЭМ), длина линейки 10 мкм, 10 – основные эпидермальные клетки (СМ), длина линейки 10 мкм.

ставляя фитомассу для формирования угля (Markevich et al., 2010).

Многочисленная дисперсная кутикула, выявленная из угольного прослоя (слой 6, местонахождение 3767), обнаруживает сходство с кутикулой листьев растения, описанного В.А. Красиловым (1967) как *Elatides asiatica*. Этот род был выделен О. Геером по женским шишкам из юры Усть-Балея Восточной Сибири (Heeg, 1876). Многие исследователи применяли родовое название *Elatides* к растениям, у которых детально исследовано строение не только женской шишки, но и семян, побегов, листьев и кутикулярных особенностей последних (Harris, 1953; Красилов, 1967, 1971). Сначала В.Д. Принада (1962), а затем М.П. Долуденко и Е.И. Костина (1987) высказали сомнение в правомочности такого подхода. Последние авторы предложили применять название *Elatides* только к шишкам, морфологически сходным с описанными из Устья-Балея. Нами на данном этапе изучения принято решение использовать название *Elatides asiatica* для дисперсных кутикул ввиду их тождества с эпидермальным строением листьев, описанных В.А. Красиловым (1967) из этого же бассейна как *E. asiatica*. В дальнейшем, после накопления достаточного количества материала, необходима разработка формальной классификации дисперсных кутикул с учетом всех предложенных рекомендаций.

Весьма интересны находки в углях слоя 6 (местонахождение 3767) немногочисленных дисперсных кутикул мировиевых, предположительно *Tritaenia*. Макроостатки представителей этой группы в Молчановском разрезе не были найдены. Мировиевые, которые в соседнем Раздольненском бассейне были основными поставщиками фитомассы для формирования мощных смоляных угольных прослоев липовецкой свиты (Bugdaeva, Markevich, 2009), в растительности Партизанского бассейна явно находились в подчиненном положении, локализуясь в болотных растительных сообществах.

Во флористических комплексах из аптских углей Раздольненского и Партизанского бассейнов весьма редки *Pseudotorellia*. В первом бассейне это растение представлено видом *P. krassilovii* Bugdaeva, находка представляет собой облиственый побег хорошей сохранности. Это может свидетельствовать о том, что он явно не претерпел длительной транспортировки к месту захоронения; этот вид являлся компонентом прибрежной растительности (Bugdaeva, Markevich, 2009).

В Молчановском разрезе (местонахождение 3767) макроостатки *Pseudotorellia* в кластических прослоях не были найдены, однако ее дисперсная кутикула встречена как в кластических, так и в угольных слоях. В раннемеловых углях Тургино-Харанорской впадины Восточного Забайкалья

листья *P. kharanorica* Bugdaeva могут составлять 90–95% (Bugdaeva, 1995). В баррем-аптских углях Читино-Ингодинской впадины Центрального Забайкалья и Букачачинской впадины Восточного Забайкалья обнаружено значительное количество дисперсных кутикул *P. transbaikalica* Bugdaeva. В вышеназванных впадинах это растение также найдено и в кластических отложениях между угольными прослоями (Bugdaeva, 1999). В Буреинском бассейне оно широко распространено в талынджанской свите (поздняя юра), но больше всего в дубликанской свите (берриас), временами формируя монодоминантные захоронения (Красилов, 1972, 1973). Таким образом, *Pseudotorellia* во внутренних континентальных бассейнах Забайкалья и юга российского Дальнего Востока играла одну из ведущих ролей в растительных сообществах, в то время как на приморских низменностях она занимала подчиненное положение.

Неожиданным стало обнаружение в угле слоя 6 дисперсной кутикулы, имеющей сходство с кутикулой *Nilssoniopteris rhitidorachis*, описанного из липовецкой и уссурийской свит Раздольненского бассейна (Красилов, 1967). В.А. Красилов, исходя из фациальной приуроченности захоронений, предположил, что этот беннеттит был болотным растением. Во всех ранее изученных комплексах дисперсных кутикул из углей Забайкалья и Приамурья находки беннеттитов были неизвестны. Считалось, что цикадофиты (как беннеттиты, так и цикадовые) не были углематеринскими растениями для юрских и раннемеловых углей бывшего СССР (Дроздова, 1970; Дроздова, Лапо, 2001; Корженевская и др., 1985). Этот факт был также установлен нами для раннемеловых угольных месторождений Забайкалья и Раздольненского бассейна Южного Приморья (Bugdaeva, 1995, 2010; Bugdaeva, 2003; Bugdaeva, Markevich, 2009). Однако находка *Nilssoniopteris rhitidorachis* в угле Молчановского разреза подтверждает мнение В.А. Красилова, что это растение было членом болотных растительных сообществ.

В.А. Красилов (1967) указывал на различие в систематическом составе аптских флор Раздольненского и Партизанского бассейнов, которое позже постепенно исчезло. Феномен изоляции в апте этих двух близкорасположенных тектонических структур и возникновение связей и флористического обмена между ними в альбе издавна привлекал внимание как геологов, так и палеонтологов. Согласно традиционной точки зрения, это было обусловлено существованием высокого хребта, денудированного к началу альба (Красилов, 1967; Маркевич и др., 2000). В последние годы многие тектонисты считают этот феномен результатом крупномасштабных горизонтальных перемещений вдоль границы континент–океан. В монографии В.В. Голозубова (2006) представлен обзор подобных взглядов на тектоническое раз-

витие региона. Наши исследования выявили, что даже такие консервативные растительные сообщества, как болотные, в апте в Раздольненском и Партизанском бассейнах кардинально различались и по составу, и по структуре и были представлены в первом в основном мировиевыми и циатейными, во втором таксодиевыми и глейхеневыми.

ВЫВОДЫ

На основании палеоботанических и палинологических исследований установлено, что угли верхней части старосучанской свиты аптского возраста в Молчановском разрезе Партизанского бассейна формировались преимущественно за счет представителей семейств Taxodiaceae и Gleicheniaceae. Наряду с ними, но в меньшей степени фитомассу поставляли полиподиевые и циатейные папоротники, мировиевые, гинкговые и очень редкие беннеттиты. *Pseudotorellia* – характерное растение болотных растительных сообществ раннемеловых внутриконтинентальных бассейнов Забайкалья и Приамурья – на приморских низинах Раздольненского и Партизанского бассейнов Южного Приморья играла крайне ограниченную роль.

Благодарности. Авторы благодарны А.В. Олейникову за многолетнее плодотворное сотрудничество и заинтересованность в наших исследованиях, Н.П. Сологубу за действенную помощь во время полевых работ, В.А. Красилову за обсуждение полученных данных и ценные советы, В.И. Подоляну за помощь в организации полевых работ, Н.П. Домре за техническую подготовку спорово-пыльцевых проб, Н.Н. Нарышкиной за помощь в работе на сканирующем электронном микроскопе. Особая признательность рецензенту Г.Н. Александровой, чьи замечания, несомненно, позволили улучшить статью.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН “Проблемы происхождения жизни и становления биосферы” (проект № 12-І-П28-01 “Эволюция растений и растительных сообществ востока Азии в условиях изменений климата и природной среды в мезозое и кайнозое”). Исследования поддержаны РФФИ (грант № 11-05-01104) и Дальневосточным отделением РАН (грант № 12-ІІІ-А-06-070).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бугдаева Е.В. История рода *Pseudotorellia* Florin (Pseudotorelliaceae, Ginkgoales) // Палеонтол. журн. 1999. № 5. С. 94–104.

Бугдаева Е.В. К вопросу о возрасте угленосных отложений Букачачинской впадины (Восточное Забайкалье) // Матер. научн. конф. “Проблемы геологии и

географии Сибири”. Вестник ТГУ. Сер. Науки о Земле. 2003. Прилож. № 3 (II). С. 47–49.

Бугдаева Е.В., Волынец Е.Б., Голозубов В.В. и др. Флора и геологические события середины мелового периода (Алчанский бассейн, Приморье). Владивосток: Дальнаука, 2006. 205 с.

Вахрамеев В.А. Нижнемеловые растения с оз. Ханка (Приморье) // Ботан. журн. 1959. Т. 44. № 7. С. 997–1000.

Вербицкая З.И. Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Сучанского каменноугольного бассейна. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 166 с. (Труды Лаборатории геологии угля АН СССР. Вып. 15).

Вербицкая З.И., Дзенс-Литовская О.А., Штемпель Б.М. Меловая растительность и угли Приморского угленосного бассейна. М.–Л.: Наука, 1965. 118 с.

Верещагин В.Н. Меловая система Дальнего Востока. Л.: Недра, 1977. 208 с.

Волынец Е.Б. Апт-сеноманская флора Приморья. Статья 1. Флористические комплексы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13. № 5. С. 60–79.

Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.

Долуденко М.П., Костина Е.И. О хвойных рода Elatides // Палеонтол. журн. 1987. № 1. С. 110–114.

Дроздова И.Н. Исходный растительный материал ископаемых углей арктических и некоторых других угленосных районов Сибири. Автореф. ... дисс. канд. геол.-мин. наук. Л.: ЛГПИ, 1970. 22 с.

Дроздова И.Н., Лапо А.В. Фитералы гумусовых углей // Сборник научных трудов кафедры биологии ЛГОУ им. А.С. Пушкина. Вып. 1. СПб.: ЛИСС, 2001. С. 79–88.

Корженевская Е.С., Дроздова И.Н., Лапо А.В. Развитие представлений об исходном растительном материале углей // Угленосные формации и петрология углей. Труды ВСЕГЕИ. Новая сер. 1985. Вып. 332. С. 58–65.

Красилов В.А. Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М.: Наука, 1967. 264 с.

Красилов В.А. Эволюция и систематика хвойных (критический обзор) // Палеонтол. журн. 1971. № 1. С. 7–20.

Красилов В.А. Мезозойская флора реки Буреи (Ginkgoales и Czekanowskiales). М.: Наука, 1972. 150 с.

Красилов В.А. Материалы по стратиграфии и палеофлористике угленосной толщи Буреинского бассейна // Ископаемые флоры и фитостратиграфия Дальнего Востока. Ред. В.А. Красилов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973. С. 28–51.

Красилов В.А., Неволина С.И., Филиппова Г.Г. Развитие флоры Дальнего Востока и геологические события середины мелового периода // Эволюция организмов и биостратиграфия середины мелового периода. Ред. Найдин Д.П., Красилов В.А. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 103–115.

Криштофович А.Н. Липовецкие каменноугольные копи в Уссурийском крае // Мат. Геол. Комитета по общей и прикладн. геол. Вып. 81. Ленинград: Геол. ком. 1928. 36 с.

Криштофович А.Н. Открытие древнейших двудольных покрытосеменных и эквивалентов потомакских слоев

- на Сучане в Уссурийском крае // Изв. Геол. комитета. 1929. Т. 46. С. 1351–1388.
- Криштофович А.Н., Принада В.Д.* Материалы к мезозойской флоре Уссурийского края // Изв. Всесоюзного геолого-разведочного объединения. 1932. Т. 2. Вып. 29. С. 363–373.
- Лихт Ф.Р.* Новая находка флоры двудольных из нижнемеловых отложений Сучана // Информ. сб. ПГУ. Владивосток. 1961. № 2. С. 47–50.
- Маркевич В.С.* Меловая палинофлора севера восточной Азии. Владивосток: Дальнаука, 1995. 200 с.
- Маркевич П.В., Коновалов В.П., Малиновский А.И., Филиппов А.Н.* Нижнемеловые отложения Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальнаука, 2000. 283 с.
- Материалы по палеонтологии: новые семейства и роды. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 354 с. (Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. Вып. 12).
- Олейников А.В., Коваленко С.В., Неволина С.И. и др.* Новые данные по стратиграфии верхнемезозойских отложений северной части Партизанского каменноугольного бассейна // Континентальный мел СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 114–126.
- Принада В.Д.* Мезозойская флора Восточной Сибири и Забайкалья М.: Госгеолтехиздат, 1962. 311 с.
- Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (Хабаровск, 1990). Объяснительная записка к стратиграфическим схемам. Хабаровск: ХГГП, 1994. 124 с.
- Угольная база России. Т. V. Книга первая. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока. Ред. Череповский В.Ф. М.: ЗАО “ГеоИнформмарк”, 1997. 371 с.
- Штемпель Б.М.* Этапы развития меловой флоры Южного Приморья // Докл. АН СССР. 1959. Т. 127. № 3. С. 665–668.
- Штемпель Б.М.* Фитостратиграфия меловой системы Южного Приморья // Труды Лаборатории геологии угля АН СССР. 1960. Вып. 10. С. 167–193.
- Шугаевская О.В., Маркевич В.С.* Спорово-пыльцевые комплексы верхнеюрских и нижнемеловых отложений Приморья и их применение для стратиграфии и познания флоры // Геология и геофизика. 1964. № 5. С. 106–109.
- Шугаевская О.В., Маркевич В.С., Битюцкая П.И.* Споры и пыльца Буреинской и Тырминской впадин и их стратиграфическое значение. Деп. ВИНТИ. 5.09.75. № 3071. 1975. 147 с.
- Bugdaeva E.V.* Pseudotorellia from the Lower Cretaceous coal-bearing deposits of Eastern Transbaikalia // Paleontol. J. 1995. V. 29. № 1 A. P. 182–184.
- Bugdaeva E.V.* New Species of Sphenobaiera Florin (Ginkgoales) from the Lower Cretaceous of Transbaikalia // Paleontol. J. 2010. V. 44. № 10. P. 1240–1251.
- 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. № 10. P. 1217–1229.
- Harris T.M.* Conifers of the Taxodiaceae from the Wealden formation of Belgium // Mem. Inst. royal sci. natur. Belgique. 1953. № 126. P. 1–43.
- Heer O.* Beitrage zur Jura Flora Ostsibiriens und des Amurlandes // Flora fossilis arctica. Zurich, 1876. B. 4. H. 2. 122 S.
- Markevich V.S., Bugdaeva E.V., Nichols D.J., Sun Ge.* Paleogene coal-forming plants of the Zeya–Bureya Basin (Amur River Region) // Paleontol. J. 2010. V. 44. № 10. P. 1321–1331.

Рецензенты Г.Н. Александрова, В.А. Красилов