

УДК: 561:551.763.12(571.63-13)

## РАННЕМЕЛОВЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА И ПАЛЕООБСТАНОВКИ НА ПОЛУОСТРОВЕ МУРАВЬЕВА- АМУРСКОГО (Дальний Восток, Россия)

Волынец Е. Б.<sup>1</sup> , Сунь Ге<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
г. Владивосток, Россия

<sup>2</sup> Key-Lab for Evolution of Past Life in NE Asia, Ministry of Natural Resources,  
China (Shenyang Normal University), Shenyang, China  
E-mail: volynets61@mail.ru

Остатки растений баррем-альбского возраста (нижний мел, никанская серия) изучены из уссурийской, липовецкой и галенковской свит на п-ове Муравьева-Амурского, который входит в состав Раздольненского бассейна. Возраст никанской серии бассейна обоснован по палеоботаническим, палинологическим данным и U-Pb изотопному датированию детритовых цирконов. Никанская флора п-ова Муравьева-Амурского состоит примерно из 125 таксонов, среди которых разнообразны папоротники и голосеменные, а также встречены редкие цветковые растения. Эта флора представлена тремя флористическими комплексами (ФК): уссурийский (баррем), в котором доминируют папоротники и хвойные; липовецкий (апт – начало раннего альба), где преобладают папоротники, цикадофиты, хвойные и впервые появляются цветковые растения; галенковский (ранний–средний альб), в составе которого преобладают папоротники и хвойные, а также постоянно участвуют еще редкие покрытосеменные. Обсуждаются палеообстановки осадконакопления для баррем-альбского времени в Подгородненской впадине: предгорная аллювиально-аккумулятивная равнина (баррем) сменилась прибрежно-аллювиальной заболоченной равниной (в основном апт, начало раннего альба) и в дальнейшем превратилась в озерно-аллювиальную равнину (ранний–средний альб).

**Ключевые слова:** нижний мел, баррем–альб, никанская флора, растительные сообщества, палеообстановки, Приморье.

DOI: 10.34078/1814-0998-2025-1-12-31

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение мезозойской флоры полуострова Муравьева-Амурского (г. Владивосток) началось со сборов ископаемых растений П. В. Виттенбургом (1908–1912 гг.), которые изучал А. Н. Криштофович (1916, 1921). Колыбелью никанской флоры являются места находок растительных остатков в бухте Бражникова (п-ов Марковского) и на мысе Фирсова. В 1960-х гг. Ю. Б. Еванов и В. А. Красилов описали нижнемеловые разрезы и собрали ископаемые остатки в бассейнах рек Богатая, Песчанка, Саперка и на п-ове Марковского (Красилов, 1967). В. А. Красилов на основе палеоботанических и литологических данных разделил меловые отложения Раздольненского каменноугольного бассейна на уссурийскую (баррем),

липовецкую (апт) и галенковскую (альб) свиты, а также нерасчлененную коркинскую серию (сеноман). В липовецкой свите открыты промышленные запасы угля и собраны богатые коллекции растительных остатков.

Последние годы Е. Б. Волынец собирала остатки раннемеловых растений полуострова и уточняла стратиграфическое положение отдельных геологических разрезов (Волынец, 2015). Полученные данные значительно расширили представления о таксономическом составе никанской флоры п-ова Муравьева-Амурского и южного Приморья в целом (Volynets, 2010; Kovaleva et al., 2012, 2016; Volynets et al., 2016; Volynets, Bugdaeva, 2017; Golovneva et al., 2021). В данной статье на основе новых находок растительных остатков и ревизии предыдущих сборов уточнен состав флористических комплексов и впервые представлен более полный иллюстративный материал по фитофосилиям (см. таблицу).

**Таблица. Таксономический состав Никанской флоры**  
**Table. Taxonomic composition of the Nikan flora**

Таксон	Флористический комплекс		
	Уссурийский	Липовецкий	Галенковский
<b>Bryophyta</b>			
<i>Marchantites ex gr. yabei</i> Kryshtofovich et Prynada	*	*	
<i>Riccia</i> sp.		○	
<i>Thallites</i> sp.		*	
<b>Lycopodiales</b>			
<i>Lycopodites nicanicus</i> Krassilov		! *	*
<i>Lycopodites prynadae</i> Krassilov	! *	! *	*
<i>Lycopodites ussuriensis</i> Kryshtofovich et Prynada		! *	
<i>Lycopodites</i> sp.	*	! *	
<i>Isoetites</i> sp.		*	
<b>Equisetales</b>			
<i>Neocalamites cf. natherstii</i> Erdtman	! *		
<i>Equisetites ramosus</i> Samylina		*	
<i>Equisetites</i> sp.	! *	! *	! *
<b>Filicales</b>			
<i>Osmunda denticulata</i> Samylina		*	
<i>Osmunda</i> sp.		*	*
<i>Ruffordia goeppertii</i> (Dunk.) Seward	*	*	*
<i>Gleichenites porsildii</i> Seward		*	
<i>Gleichenites zippei</i> (Corda) Seward		*	○
<i>Gleichenites</i> sp.	*	! *	○
<i>Nathorstia pectinata</i> (Goeppert) Krassilov		*	
<i>Alsophilites nipponensis</i> (Oishi) Krassilov		*	
<i>Dicksonia concinna</i> Heer		*	
<i>Dicksonia</i> sp. A	○		
<i>Birisia alata</i> (Prynada) Samylina	○	○	
<i>Birisia onychioides</i> (Vassilevsk. et K.-M.) Samylina	*	*	
<i>Coniopteris ex gr. arctica</i> (Prynada) Samylina		*	
<i>Coniopteris burejensis</i> (Zal.) Seward	! *	! *	! *
<i>Coniopteris</i> sp.	!	! *	
<i>Onychiopsis psilotoides</i> (St. et W.) Ward	*	! *	! *
<i>Adiantopteris gracilis</i> (Vassilevsk.) Vassilevskaya			○
<i>Adiantopteris sewardii</i> (Yabe) Vassilevskaya	*	*	!
<i>Adiantopteris yuasensis</i> (Yok.) Krassilov	! *	*	*
<i>Adiantopteris</i> sp.		○	
<i>Arctopteris</i> sp. 1 ( <i>A. aff. kolymensis</i> Samylina)		*	
<i>Arctopteris</i> sp. 2	○		
<i>Asplenium (Anemia) dicksonianum</i> Heer	○	○	
<i>Asplenium samylinae</i> Krassilov		!	
<i>Vargolopteris rossica</i> Prynada (? <i>Cyathea</i> sp. 1)		0	0
<i>Teilhardia tenella</i> (Prynada) Krassilov		*	
<i>Hausmannia</i> sp. 1		*	
“ <i>Polypodites</i> ” <i>polysorus</i> Prynada		*	
<i>Polypodites ussuriensis</i> Kryshtofovich et Prynada	! *		
<i>Polypodites</i> sp.	○	○	
<i>Acrostichopteris</i> sp.	○		
<i>Lobifolia novopokrovskii</i> (Prynada) Rasskaz. et E. Lebedev	*	! *	! *
<i>Cladophlebis denticulata</i> (Brongn.) Fontaine	*	*	
<i>Cladophlebis frigida</i> (Heer) Seward	○	! *	○
<i>Cladophlebis</i> sp.	! *	*	! *

## Продолжение таблицы

Таксон	Флористический комплекс		
	уссурий- ский	липовец- кий	галенков- ский
<b>Caytoniales</b>			
<i>Sagenopteris mantellii</i> (Dunker) Schenk		! *	
<i>Sagenopteris variabilis</i> (Velenovsky) Velenovsky		*	
<i>Sagenopteris</i> sp.	! *	*	
<b>Bennettiales</b>			
<i>Williamsonia pacifica</i> Kryshtofovich		*	
<i>Williamsonia cf. pacifica</i> Kryshtofovich		*	
<i>Neozamites cf. verchojanensis</i> Vachrameev		○	
<i>Neozamites</i> sp.			*
<i>Dictyozamites cordatus</i> (Kryshtofovich) Prynada		! *	
<i>Dictyozamites reniformis</i> (Font.) Oishi		*	
<i>Pterophyllum burejense</i> Prynada		*	
<i>Pterophyllum manchurense</i> (Oishi) Krassilov		*	
<i>Pterophyllum sutschanense</i> Prynada		! *	
<i>Pterophyllum</i> sp.		○	
<i>Cycadites sulcatus</i> Kryshtofovich et Prynada		! *	
<i>Pseudocycas</i> sp.		○	
<i>Cycadolepis</i> sp.		! *	
<i>Nilssoniopteris</i> sp.	*	*	
<b>Cycadales</b>			
<i>Pseudocoetenis eathiensis</i> (Rich.) Seward		*	
<i>Pseudocoetenis</i> sp.		○	
<i>Ctenis</i> sp.		*	
<i>Neodoratophyllum sulcatum</i> (Prynada) Krassilov		○	
<i>Nilssonia acutiloba</i> (Heer) Prynada		○	
<i>Nilssonia ex gr. brongniartii</i> (Mant.) Dunker	○	! *	! *
<i>Nilssonia densinervis</i> (Font.) Berry		! *	*
<i>Nilssonia mediana</i> (Leck. et Bean MS) Fox-Strangways		*	
<i>Nilssonia nicanica</i> Prynada		*	
<i>Nilssonia ex gr. orientalis</i> Heer	! *	! *	○
<i>Nilssonia shmidtii</i> Vachrameev		○	
<i>Nilssonia</i> sp.		○	○
<i>Nilssoniocladus anatolii</i> Volynets		*	
<b>Ginkgoales</b>			
<i>Ginkgo concinna</i> Heer		*	
<i>Ginkgo pluripartita</i> (Schimp.) Heer		! *	! *
<i>Ginkgo</i> sp.	*	*	
<i>Pseudotorellia</i> sp.	!		
<b>Czekanowskiales</b>			
<i>Czekanowskia ex gr. rigida</i> Heer		*	
<b>Coniferales</b>			
<i>Podozamites ex gr. lanceolatus</i> (Lindl. et Hutt.) Schenk	! *	*	*
<i>Podozamites reinitii</i> Geyler		○	
<i>Podozamites tenuinervis</i> Heer	*	*	○
<i>Podozamites</i> sp.	! *	! *	! *
<i>Araucariodendron heterophyllum</i> Krassilov		! *	
<i>Araucariodendron</i> sp.		*	
<i>Podocarpus nicanicus</i> Krassilov	! *		
<i>Podocarpus</i> sp.		*	
<i>Mirovia cf. orientalis</i> (Nosova) Nosova		○	
<i>Pseudolarix dorofeevii</i> Samylina	! *	! *	
<i>Pityophyllum ex gr. nordenskioldii</i> Heer		*	
<i>Pityophyllum</i> sp.	*	! *	! *
<i>Pityolcladus</i> sp.			○

## Окончание таблицы

Таксон	Флористический комплекс		
	уссурий-ский	липовец-кий	галенков-ский
<i>Pityostrobus</i> sp.	! *	*	○
<i>Pityolepis</i> sp.		*	
<i>Pityospermum prynadae</i> Krassilov			! *
<i>Nageiopsis</i> sp.		○	
<i>Torreyaites</i> sp.		○	
<i>Torreya nicanica</i> Krassilov		*	
<i>Elatides asiatica</i> (Yok.) Krassiov	*	! *	! *
<i>Taxites brevifolius</i> (Font.) Samylina		! *	○
<i>Taxites</i> sp.		*	
<i>Athrotaxites berryi</i> Bell		*	
<i>Athrotaxopsis expansa</i> Font. emend. Berry		! *	! *
<i>Sequoia ex gr. reichenbachii</i> (Gein.) Heer		*	! *
<i>Sequoia</i> sp.		*	
<i>Cyparissidium gracile</i> Heer	*		
<i>Pagiophyllum</i> sp. ( <i>P. orientalis</i> Heer)	*		○
<i>Elatocladus obtusifolius</i> Oishi			○
<i>Elatocladus</i> sp.		*	! *
<i>Brachiphyllum</i> sp.		*	!
<b>Angiospermae</b>			
<i>Araliaephllum vittenburgii</i> Golovneva et Volynets			*
<i>Araliaephllum</i> sp. 1			○
<i>Araliaephllum</i> sp. 2			○
<i>Sapindopsis</i> sp.			*
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1		*	
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 2		*	○
<i>Dicotylophyllum</i> sp.		○	*
<i>Liliopsida</i> (Monocotyledoneae) Batsch		○	
<b>Plants Incertae sedis</b>			
<i>Rhizomopteris</i> sp.	○	○	
<i>Carpolithes</i> sp.		*	!
<i>Coniferites</i> sp.		*	
<i>Hydropterangium</i> sp.		!	!
<i>Suifunophyllum</i> sp.		○	
<i>Ctenozamites</i> sp.		*	

Примечание: ° – таксоны в данной статье; \* – таксоны в статье Е. Б. Волынец (2015); ! – таксоны в монографии В. А. Красилова (1967).

## МАТЕРИАЛ

Коллекционный материал происходит из 37 местонахождений (рис. 1, B). Он был собран Е. Б. Волынец с 1986 по 2022 г. на п-ове Муравьева-Амурского. В сборах принимали участие Сунь Ге (Sun Ge), Т. А. Ковалева, А. Ф. Лысюк. Коллекция фитофоссилий насчитывает более 3500 образцов. Она хранится в коллекционной лаборатории палеоботаники Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты востока Азии (ФНЦ Биоразнообразия) ДВО РАН г. Владивосток. Номера коллекций: RBT (Раздольненский бассейн точка Волынец) 25–28, 40, 41, 43–45, 47–49, 57, 109–115, а также IBSS (устаревшая аббревиатура научного центра) 41,

28; точки местонахождений и номер коллекции совпадают. В работе использовались образцы из коллекции В. А. Красилова т. 59, 60, 61, 66, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79 (Красилов, 1967), которые также хранятся в коллекционной лаборатории палеоботаники ФНЦ Биоразнообразия, а номера местонахождений совпадают с номером коллекции. Образцы с ископаемыми растениями изучались с помощью бинокулярного микроскопа МБС 9, фотографировались цифровыми камерами Canon PowerShot SX740 HS, Samsung Galaxy A54 G5 и Digital USB Microscope OITEZ DP-M16. После фотографирования полученные снимки редактировались в программе Adobe Photoshop 7.0.1 CE. При изучении растительных остатков использовался метод морфологического сравнения листьев.

## СТРАТИГРАФИЯ

Меловые отложения п-ова Муравьева-Амурского подразделены на никанскую (баррем – средний альб) и коркинскую (верхний альб – сеноман) серии (Красилов, 1967; Volynets, Bugdaeva, 2017). Никанские отложения залегают несогласно, в основном на верхнетриасовых слоях, а перекрываются коркинской серией, образуя Подгородненскую синклиналь на восточном побережье Амурского залива (рис. 1, A), а также выходят на поверхность в виде небольших блоков в районе мыса Фирсова, п-вов Речной и Де-Фриз (рис. 1, B). Наиболее представительные разрезы с остатками растений имеются в бассейне р. Песчанка, в нижнем течении р. Богатая, а также в бухтах Браж-

никова и Сокол (рис. 1, C). На п-ове Муравьева-Амурского в составе никанской серии выделяются уссурийская (баррем), липовецкая (апт – нижний альб) и галенковская (нижний–средний альб) свиты (Волынец, 2005, 2006, 2015; Volynets, Bugdaeva, 2017).

**Уссурийская свита** ( $K_{1us}$ , мощность 50.4–317.3 м) с размывом и угловым несогласием залегает на различных горизонтах верхнего триаса, сложена конгломератами, разнозернистыми песчаниками и алевролитами, среди которых преобладают песчаники. Возраст свиты датируется как барремский на основании ископаемых растений и палинологических данных (Красилов, 1967; Маркевич, 1995; Волынец, 2015).

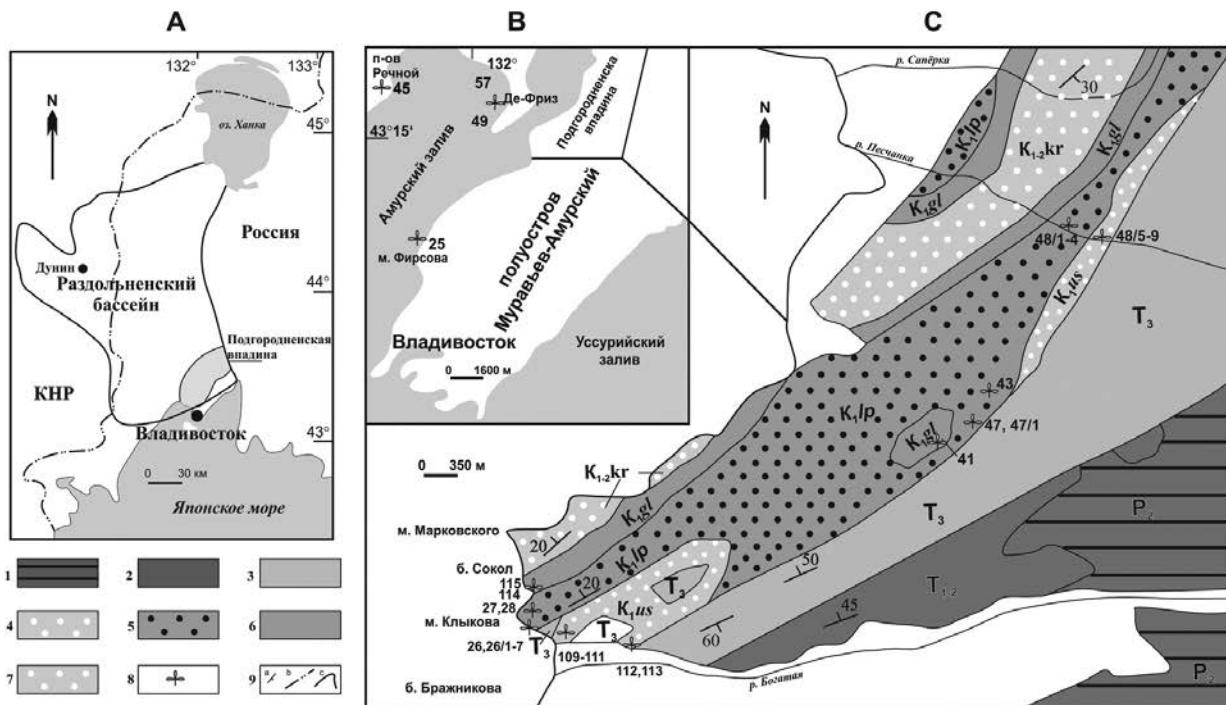


Рис. 1. Меловые местонахождения и обобщенная геологическая карта Подгородненской впадины, п-ов Муравьева-Амурского (Волынец, 2015 с дополнениями): (А) местоположение Раздольненского (Суйфунского) угольного бассейна на юге Приморья и сопредельной территории Китая; (Б) расположение Подгородненской впадины на п-ове Муравьева-Амурского и некоторых местонахождений за пределами полуострова; (С) обобщенная геологическая карта Подгородненской впадины (Волынец, 2015 с изменениями). Условные обозначения: (1) отложения верхней перми ( $P_2$ ), (2) отложения нижнего–среднего триаса ( $T_{1-2}$ ), (3) отложения верхнего триаса ( $T_3$ ), отложения нижнего мела – (4) уссурийская свита ( $K_{1us}$ ), (5) липовецкая свита ( $K_{1lp}$ ), (6) галенковская свита ( $K_{1gl}$ ), (7) отложения нижнего–верхнего мела, коркинская серия ( $K_{1-2kr}$ ), (8) местонахождения остатков растений, (9) (а) элементы залегания пород, (б) государственная граница, (с) контур Раздольненской впадины.

Fig. 1. Cretaceous localities and generalized geological map of the Podgorodnaya Depression, Muravyov-Amursky Peninsula (Volynets, 2015 with additions): (A) location of the Razdolnaya (Suifun) Coal Basin in southern Primorye and in the adjacent territory of China; (B) location of the Podgorodnaya Depression within the Muravyov-Amursky Peninsula and some sites outside the peninsula; (C) generalized geological map of the Podgorodnaya Depression (Volynets, 2015 with changes). Legend: (1) Upper Permian deposits ( $P_2$ ), (2) Lower-Middle Triassic deposits ( $T_{1-2}$ ), (3) Upper Triassic deposits ( $T_3$ ), Lower Cretaceous deposits, (4) Ussuri Formation ( $K_{1us}$ ), (5) Lipovtsy Formation ( $K_{1lp}$ ), (6) Galenka Formation ( $K_{1gl}$ ), (7) Lower-Upper Cretaceous deposits, Korkino Group ( $K_{1-2kr}$ ), (8) location of plant remains, (9) (a) elements of rock bedding, (b) federal border, (c) Razdolnaya Basin outline.

**Липовецкая свита** ( $K_1lp$ , мощность около 400 м) широко распространена на исследуемой территории (рис. 1, C). Она представляет собой один крупный ритм, в нижней части которого преобладают грубообломочные осадки (крупнозернистые песчаники, гравелиты с редкими прослойками тонкозернистых пород), а верхней части – тонкозернистые, преимущественно средне- и мелкозернистые песчаники, алевролиты с прослойками аргиллитов и пластами углей. Выявлено девять промышленных угольных пластов (Мудров, 1960; Волынец, 2015).

В бухте Сокол и на мысе Клыкова, п-ов Марковского, верхняя часть липовецкой свиты представлена тонкими известковыми слоями, в которых О. Л. Смирнова (ТОИ) выявила фораминиферы и ядра радиолярий, что свидетельствует о кратковременных морских условиях (Волынец, 2010). Возраст липовецкой свиты принимается как апт – начало раннего альба на основании сходства флористических комплексов Раздольненской впадины и с п-ова Муравьева-Амурского (Волынец, 2005, 2006, 2015). В. А. Красилов (1967) указывал, что ископаемые остатки беннеттита *Cycadites sulcatus Kryshtofovich et Pryndada* и хвойного *Araucariodendron heterophyllum Krassilov* свидетельствуют о близости флористического комплекса п-ова Муравьева-Амурского с верхнелиповецкой подсвитой Раздольненского бассейна.

В верхней части липовецкой свиты в угольном пласте «Рабочий» на севере Раздольненского бассейна было обнаружено 3 слоя туфа (мощностью 5–15 см), возраст одного из них определен как  $118 \pm 1.4$  млн л. методами U–Th–Pb LA–ICPMS и U–Pb ID–TIMS изотопному датированию дегритовых цирконов (Golovneva et al., 2018), что уточняет возраст угольного пласта «Рабочий» как позднеаптский (Gradstein et al., 2020). Согласно исследованию бассейна Сунляю на северо-востоке Китая (к западу от Раздольненского бассейна), в период 109–121 млн л. н. происходили масштабные риолитовые эксплозивные извержения (Wang et al., 2016), их пепловые облака могли достичь Приморья, что привело к образованию туфогенных прослоев среди осадочных отложений.

Кроме того, поскольку угольный пласт «Рабочий» датируется примерно 118 млн л., то перекрывающие его угольные и безугольные слои, вероятно, образовались в течение последующей части позднего апта, вероятно самого раннего альба (Волынец, 2006; Volynets, Bugdaeva, 2017). Эти данные подтверждаются по U–Pb изо-

топному датированию цирконов, извлеченных из песчаника, который перекрывает угольный пласт «Рабочий». Датировки цирконов выполнены Исодзаки с соавторами (Isozaki et al., 2023) и составляют  $111.8 \pm 2.0$  млн л.,  $112.1 \pm 2.6$  млн л. и  $112.3 \pm 2.6$  млн л., тогда как средневзвешенное значение –  $112.7 \pm 1.1$  млн л. Все эти возрастные данные указывают на начало раннего альба (Cohen et al., 2013). Исодзаки с соавторами также отметили резкое литологическое изменение от основного угольного пласта «Рабочий» (внизу) до мощной пачки песчаника (вверху), что предполагает возможный перерыв между ними с потенциальным разрывом в возрасте (Isozaki et al., 2023).

**Галенковская свита** ( $K_1gl$ , мощность около 100.0 м) распространена от бухты Сокол на п-ове Марковского до бассейна р. Саперка в пос. Угловое (рис. 1, C), сложена песчаниками, алевролитами, конгломератами, прослойками углистых аргиллитов и туффитов. Ее взаимоотношение с липовецкой свитой изучено в бассейне р. Песчанка. Возраст свиты по фитофоссилиям принят как ранний–средний альб (Красилов, 1967; Маркевич, 1995; Волынец, 2006, 2015).

На региональном уровне нижнемеловые отложения никансской серии хорошо сопоставляются с близкими по возрасту толщами КНР (рис. 2) из юго-восточной части провинции Хейлунцзян (группа Цзиси (Jixi) и с формацией Дуншань (Dongshan)), а также из восточной части провинции Цзилинь (группы Хелон (Helong) и Яньцзы (Yanji)) (Sun, 2022). Уссурийская свита коррелируется с нижней частью формации Чэнцихэ (Chengzihe) и также, вероятно, с формацией Дидао (Didao), липовецкая свита хорошо соотносится с верхней частью формации Чэнцихэ и с угленосными отложениями формации Муллин (Muling), галенковская свита коррелируется с формацией Дуншань (Dongshan), где в основном вулканические отложения, тогда как коркинская серия коррелируется с формацией Далацзы (Dalazi).

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФЛОРИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

**Уссурийский флористический комплекс** (ФК) характеризует одноименную свиту и происходит из местонахождений в бассейнах рек Богатая (местонахождения – RBT 109–113) и Песчанка (местонахождения – RBT 48/5–9) (рис. 1, C). Для его характеристики также использовались коллекции В. А. Красилова (местонахождения т. 75, 77, 78). В настоящее время в составе ФК установлено

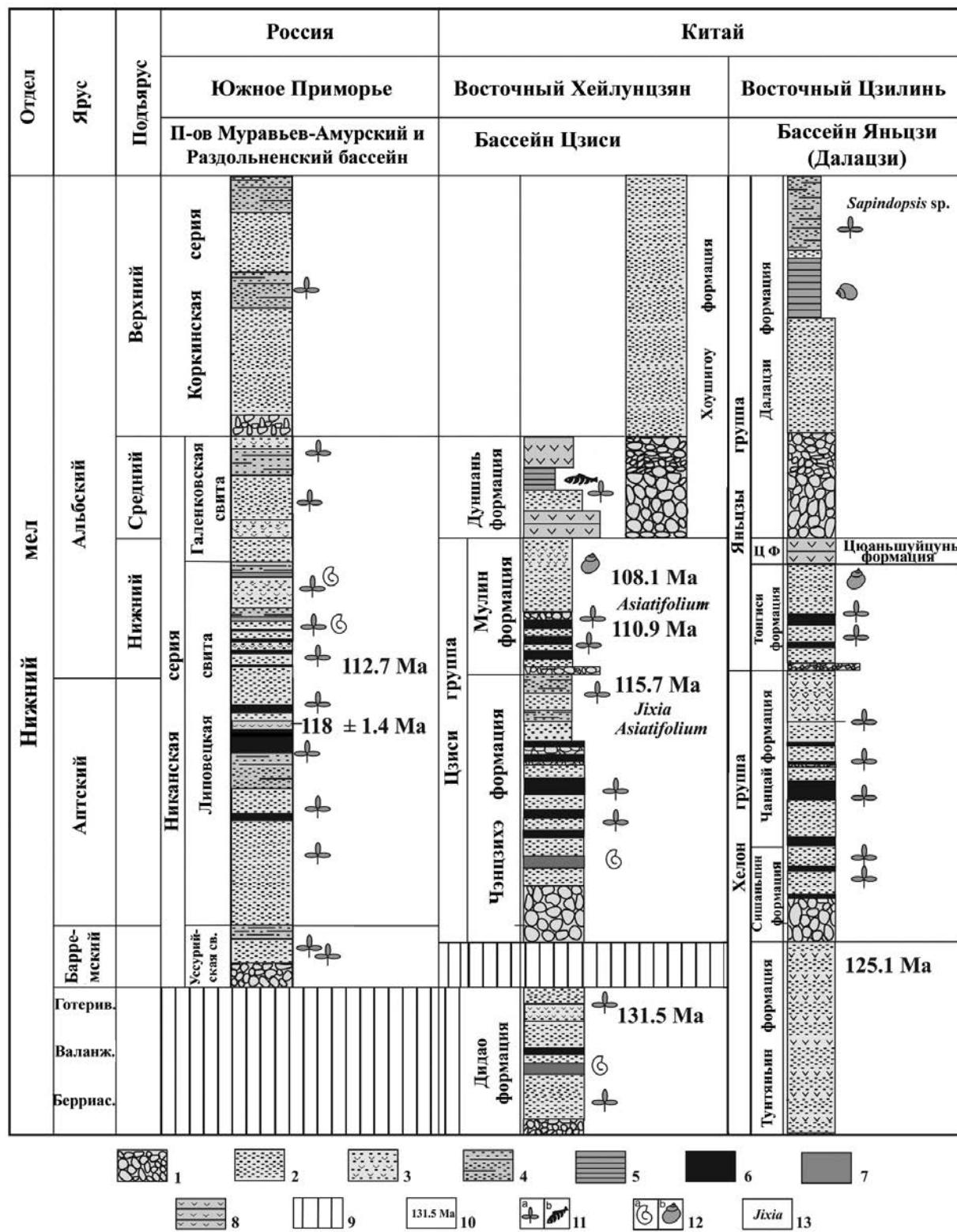


Рис. 2. Схема стратиграфической корреляции некоторых нижнемеловых стратонов южного Приморья (Россия) и восточных частей провинций Хейлундзян и Цзилинь (КНР) (Sun, 2022): 1 – конгломераты, 2 – песчаники, 3 – тuffогенные песчаники, 4 – алевролиты, 5 – глинистые сланцы и аргиллиты, 6 – уголь; 7 – морские слои, 8 – туф, 9 – перерыв, 10 – радиоизотопное датирование; 11 – а) остатки растений, б) остатки рыб; 12 – а) остатки морских животных, б) – остатки пресноводных беспозвоночных; 13 – ранние цветковые.

*Fig. 2.* Schematic diagram of stratigraphic correlation of some Lower Cretaceous units in southern Primorye (Russia), eastern Heilongjiang, and Jilin (China) (Sun, 2022): 1 – conglomerates; 2 – sandstones; 3 – tuffaceous sandstones; 4 – siltstones; 5 – shales and mudstones; 6 – coal; 7 – marine beds; 8 – tuff; 9 – hiatus; 10 – radioisotope dating; 11 – a) plant fossils, b) fish fossils; 12 – a) marine animal fossils, b) freshwater invertebrate fossils; 13 – early angiosperms.

36 таксонов, тогда как ранее было известно 13 таксонов (Красилов, 1967). В изученном комплексе принимают участие споровые и голосеменные растения (таблица). В составе споровых растений выявлены мохобразные, хвощевидные, плауновидные, а также разнообразные папоротниковые. Среди папоротников принимают участие *Ruffordia goeppertii* (Dunk.) Seward, *Coniopteris burejensis* (Zal.) Seward, *Onychiopsis psilotoides* (St. et W.) Ward, *Adiantopteris yua-sensis* (Yok.) Krassilov, *A. sewardii* (Yabe) Vassilevskaya, *Polypodites ussuriensis* Kryshtofovich et Prynada и прочие. Среди голосеменных растений заметное место принадлежит хвойным, в составе которых обычны *Podozamites ex gr. lanceolatus* (Lindl. et Hutt.) Schenk, *P. tenuinervis* Heer, *Podocarpus nicanicus* Krassilov, *Pseudolarix dorotheevii* Samylina, появляется *Elatides asiatica* (Yok.) Krassilov и др.; принимают участие единичные кейтониевые, цикадовые, а также встречены крайне редкие гинкговые и беннеттитовые (таблица). Особенность уссурийского ФК – доминирование папоротников, значительное участие хвойных *Pseudolarix*, *Podocarpus*, появление *Elatides asiatica*, который встречается в различных фациальных типах захоронений, но как основной доминант – в угленосных толщах (Красилов, 1967).

Липовецкий ФК изучен из одноименной свиты (рис. 1, B, C), из бассейнов рек Богатая (местонахождения – RBT 26, 26/1–7, 27, 28) и Песчанка (местонахождения – RBT 48/1–4), верхнего течения руч. Дачный (местонахождения – RBT 43, 47), а также с п-овов Де-Фриз (местонахождение – RBT 49), Речной (местонахождение – RBT 45) и мыса Фирсова (местонахождение – RBT 25). Кроме того, использовался коллекционный материал В. А. Красилова (местонахождения т. 59, 61, 72, 76, 80, 81). Этот ФК представлен споровыми, голосеменными и покрытосеменными растениями и включает 109 таксонов (таблица), тогда как на предыдущем этапе исследования было установлено только 30 таксонов (Красилов, 1967). В составе споровых растений – моховидные, плауновидные, хвощевые и папоротники, где разнообразны последние. Среди папоротников по-прежнему многочисленны *Cladophlebis frigida* (рис. 3, O, P), *Onychiopsis psilotoides* и *Coniopteris burejensis*, а также *Gleichenites porsildii* Seward, *Lobifolia novopokrovskii*. Им сопутствуют *Nathorstia pectinata* (Goepp.) Krassilov (рис. 3, J), *Dicksonia concinna* Heer, «*Polypodites*» *polysorus* Prynada (рис. 3, M), *Alsophilites nipponensis* (Oishi) Krassilov (рис. 3, H, I), *Arctopteris* sp. 1 (рис.

3, K), *Osmunda denticulata* Samylina (рис. 3, N), *Ruffordia goeppertii*, *Birisia onychioides* (Vassilevsk. et K.-M.) Samylina, *Asplenium (Anemia) dicksonianum* Heer (рис. 3, F), «*Vargoloptris*» *rossica* Prynada и пр. (таблица).

Среди голосеменных растений ФК отмечается участие кейтониевых, беннеттитовых, саговниковых, гинкговых, чекановскиевых и хвойных (таблица), среди которых разнообразно представлены как цикадофиты (26 таксонов), так и хвойные (25 таксонов). Среди цикадофитов наиболее многочисленны *Cycadites sulcatus* (рис. 4, E) и *Nilssoniocladus anatolii* Volynets (рис. 4, F), а в составе хвойных – *Athrotaxis expansa* Fontaine emend. Berry (рис. 6, D, G) и *Elatides asiatica* (рис. 5, A–D). Гинкговые и кейтониевые редки (по 3 таксона каждый), а чекановскиевые единичны (1 таксон). Встреченные *Czekanowskia ex gr. rigida* Heer (рис. 4, C) преимущественно характерны для Сибирско-Канадской палеофлористической области (Вахрамеев, 1991).

Интересно заметить, что в липовецком ФК впервые появляются чрезвычайно редкие цветковые растения, представленные двудольными (рис. 7, A, H) и однодольными (рис. 7, C). Участие представителей Евро-Сибирской палеофлористической области, таких как *Alsophilites*, *Nathorstia*, *Hausmannia*, *Dictyozamites*, *Williamsonia*, *Cycadites*, *Neodoratophyllum*, *Araucariodendron*, *Torreya* и *Nageiopsis* и др., в этом комплексе значительно. В нем принимают участие и некоторые таксоны Сибирско-Канадской палеофлористической области, например: папоротники *Birisia* (*B. alata*, *B. onychioides*), *Arctopteris*, а также саговниковые (*Nilssonia acutiloba* (Heer) Prynada, *N. schmidii* Vachrameev) и беннеттитовые (*Neozamites cf. verchojanensis* Vachrameev). Всё вышеизложенное, по-видимому, свидетельствует о том, что никанская флора Приморья на данном этапе произрастала в переходной зоне (экотоне) между двумя палеофлористическими областями. Особенность липовецкого ФК – это наивысшее таксономическое разнообразие (109 таксонов) по сравнению с уссурийским ФК, участие чекановскиевых, а также появление цветковых (двудольных и однодольных).

Галенковский ФК установлен из одноименной свиты п-ова Марковского (местонахождения RBT 114, 115, 115a), р. Песчанка (местонахождение Т. 74, Красилов, 1967), п-ова Де-Фриз (местонахождение RBT 57) и в верхнего течения руч. Дачный (местонахождение RBT 41). Он состоит из 49 таксонов (таблица), тогда как Красилов (1967) указывает только 20 таксонов. Наиболее разнообразно представлены папоротники (17

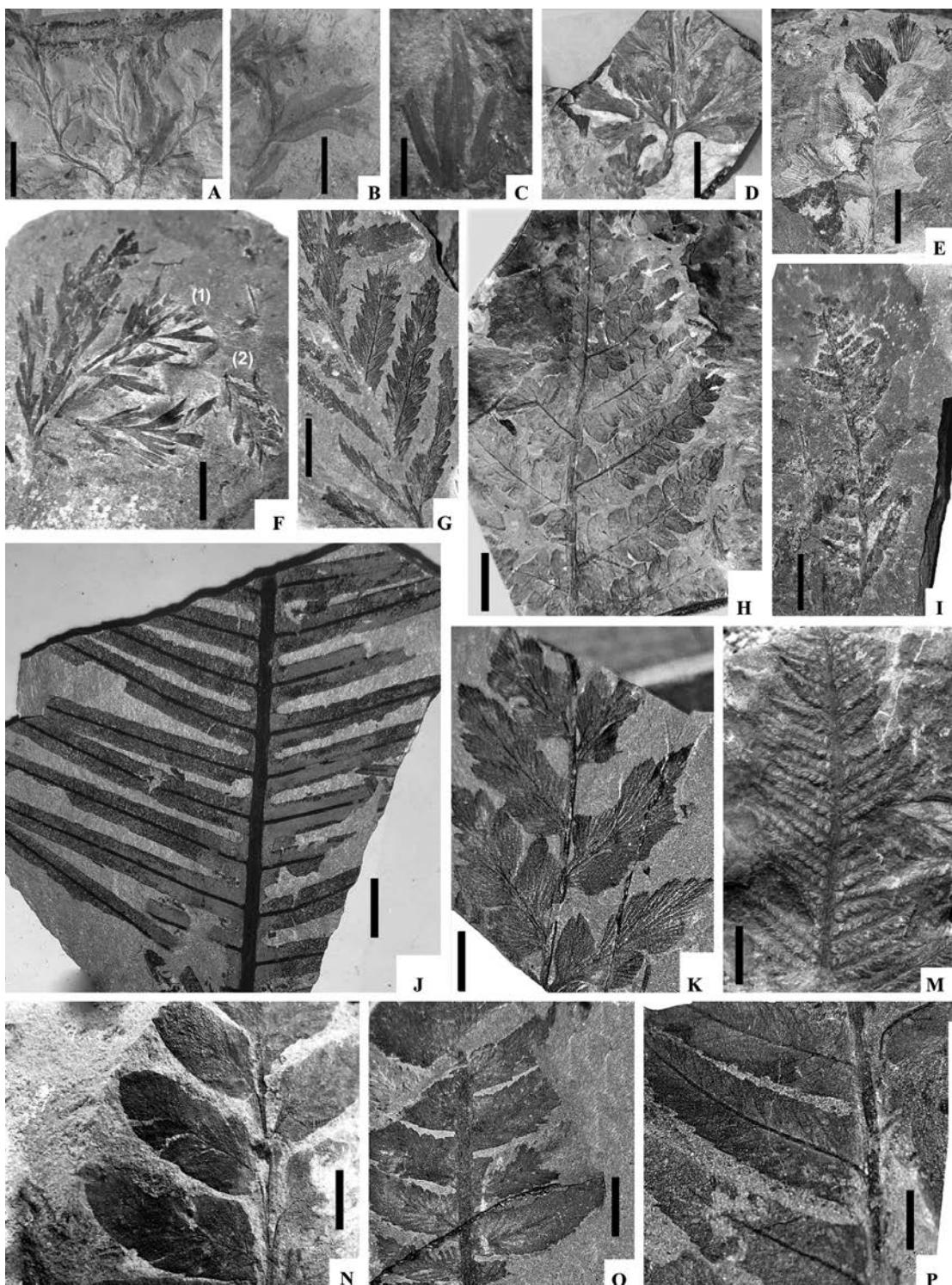


Рис. 3. Споровые растения липовецкого флористического комплекса полуострова Муравьева-Амурского: А – *Riccia* sp., экз. RBT 28/524а, бухта Сокол; В – *Marchantites* ex gr. *yabei* Kryshtofovich et Prynada, экз. RBT 28/523, там же; С – *Isoetopsis* sp., обр. RBT 26/6–3, бухта Бражникова; Д – *Adiantopteris sewardii* (Yabe) Vassilevskaya, обр. RBT 28/141, бухта Сокол; Е – *A. gracilis* (Vassilevskaya) Vassilevskaya, обр. RBT 28/190, там же; F – *Asplenium (Anemia) dicksonianum* Heer, (1) стерильный лист, (2) спороносный лист, обр. RBT 28/423, там же; G – *Birisia alata* (Prynada) Samylina, обр. RBT 28/342, там же; H, I – *Alsophilites nipponensis* (Oishi) Krassilov, (H) – стерильный лист, обр. RBT 28/601, бухта Сокол, (I) – спороносный лист, обр. RBT 25/45, мыс Фирсова; J – *Nathorstia pectinata* (Goepp.) Krassilov, обр. RBT 25/135, там же; К – *Arctopteris* sp. 1, обр. RBT 25/26, там же; М – «*Polyopodites*» *polyosorus* Prynada, обр. RBT 48/4–15, р. Песчанка; N – *Osmunda denticulata* Samylina, обр. RBT 28/52–10, бухта Сокол; О, Р – *Cladophlebis frigida* (Heer) Seward, (О) – обр. RBT 25/154, мыс Фирсова; (Р) – обр. RBT 26/5–39а, бухта Бражникова. Масштаб: 10 mm – А, Д – F, H, J; 8 mm – С; 7 mm – О; 5 mm – Г, И – К, Р; 4 mm – В; 3 mm – Н.



таксонов). Среди них доминируют по-прежнему *Coniopteris*, *Onychiopsis*, принимают участие *Arctopteris*, «*Vargolopteris*», *Cladophlebis frigida*, редки *Birisia*, *Asplenium*, *Ruffordia*, единичны *Gleichenites*, *Osmunda* и *Adiantopteris*. Папоротникам сопутствуют хвойные (15 таксонов), в составе которых *Podozamites ex gr. lanceolatus*, *Elatides asiatica*, *Sequoia ex gr. reichenbachii* (Gein.) Heer и др.(таблица). Цикадофиты (5 таксонов) редки и представлены только *Neozamites* и *Nilssonia*. Единичны гинкговые и цветковые, где среди последних – только *Araliaephllum vittenburgii* Golovneva et Volynets, *Araliaephllum* spp. и *Dicotylophyllum* sp. Особенность галенковского ФК – почти равное участие папоротников и хвойных, крайне редкое участие беннетитовых, сокращение разнообразия среди саговниковых, а также все еще незначительная роль цветковых растений.

### РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА И ПАЛЕООБСТАНОВКИ

В начале раннемелового времени (берриас–валанжин) на юге Приморья, преимущественно в восточной его части, существовали морские условия осадконакопления, а территория была подвержена отрицательным тектоническим движениям унаследованного характера. Что касается Раздольненского бассейна, то его площадь в берриасе–валанжине и готериве представляла собой слабоволнистую, иногда почти ровную денудационно-аккумулятивную равнину. На ней снос и перенос продуктов разрушения горных пород в пониженные участки земной поверхности выражался крайне слабо. В барремском веке началось медленное опускание территории Раздольненского бассейна. Стали формироваться впадины, в которых шло накопление континентальных осадков. Такими впадинами бассейна являются: Приханкайская, Верхнераздольненская (Верхнесуйфунская) и Нижнераздольненская (Нижнесуйфунская). В составе Нижнераздольненской впадины сформировалась небольшая Подгороденская впадина, которая занимала северо-

западную часть п-ова Муравьева-Амурского (Шарудо, 1972).

Формирование Подгородненской впадины начинается в барреме (уссурийская свита). Эта впадина находится между Кипарисовским и Муравьев-Амурским антиклинальными поднятиями. Её осадки представлены как грубо- и крупнозернистыми, так и тонкозернистыми разностями. Состав пород свидетельствует о том, что размывались пермские и триасовые вулканогенно-терригенные образования (Красилов, 1967; Волынец, 2015). Временные водотоки и реки выносили обломочный материал, который накапливался в пониженных участках, а благоприятные условия способствовали образованию слабо всхолмленной предгорной аллювиально-аккумулятивной равнины (Мудров, 1960).

Почти все встреченные растительные остатки фрагментарны, что, вероятно, указывает на их дальний перенос к месту захоронения. В барремское время, как мы указывали выше, в составе уссурийского ФК доминировали споровые растения, среди которых часто встречались *Coniopteris burejensis*, *Onychiopsis psilotoides*, *Cladophlebis frigida*, *Adiantopteris yuasensis*, а также ряд голосеменных – *Sagenopteris*, *Nilssonia*, *Podozamites*, *Podocarpus*, *Pseudolarix*, *Elatides* и *Ginkgo*. Участие (т. 75 и т. 77) *Pseudolarix dorozevii* может свидетельствовать о существовании горных условий по обрамлению Подгородненской впадины, т. к. современный *P. amabilis* (J. Nelson) Rehder (золотая лиственница) – это эндемик Юго-Восточного Китая. Он является высоким листопадным деревом, произрастающим на высотах от 100 до 1500 м н. у. м. Кроме *P. dorozevii* (сем. Сосновые) и *Podozamites* spp., лесной пояс населяли редкие *Pagiophyllum* sp. (сем. Хейролепидиевые) и *Cyparissidium gracile* (возможно, сем. Кипарисовые), а также *Elatides asiatica* (сем. Таксодиевые) и *Podocarpus nicaeicus* (сем. Ногоплодниковые), встречались редкие деревья гинкговых. В подлеске встречены единичные саговниковые. Травянистый ярус был занят папоротниками, хвошовыми и плауновидными.

*Fig. 3. Spore plants from the Lipovtsy floral assemblage of the Muravyov-Amursky Peninsula: A – Riccia sp., spec. RBT 28/524a, Sokol Bay; B – Merchantites ex gr. yabei Kryshtofovich et Prynada, spec. RBT 28/523, ibid; C – Isoetopsis sp., spec. RBT 26/6–3, Brazhnikov Bay; D – Adiantopteris sewardii (Yabe) Vassilevskaya, spec. RBT 28/141, Sokol Bay; E – A. gracilis (Vassilevskaya) Vassilevskaya, spec. RBT 28/190, ibid; F – Asplenium (Anemia) dicksonianum Heer, (1) sterile frond, (2) fertile frond, spec. RBT 28/423, ibid; G – Birisia alata (Prynada) Samylina, spec. RBT 28/342, ibid; H, I – Alsophilites nipponensis (Oishi) Krassilov, H – sterile frond, spec. RBT 28/601, ibid, I – fertile frond, spec. RBT 25/45, Firsov Cape; J – Nathorstia pectinata (Goepp.) Krassilov, spec. RBT 25/135, ibid; K – Arctopteris sp. 1, spec. RBT 25/26, ibid; M – «Polypodites» polysorus Prynada, spec. RBT 48/4–15, Peschanka River; N – Osmunda denticulata Samylina, spec. RBT 28/52–10, Sokol Bay; O, P – Cladophlebis frigida (Heer) Seward, (O) – spec. RBT 25/154, Firsov Cape; (P) – spec. RBT 26/5–39a, Brazhnikov Bay. Scale bar: 10 mm – A, D – F, H, J; 8 mm – C; 7 mm – O; 5 mm – G, I – K, P; 4 mm – B; 3 mm – N.*

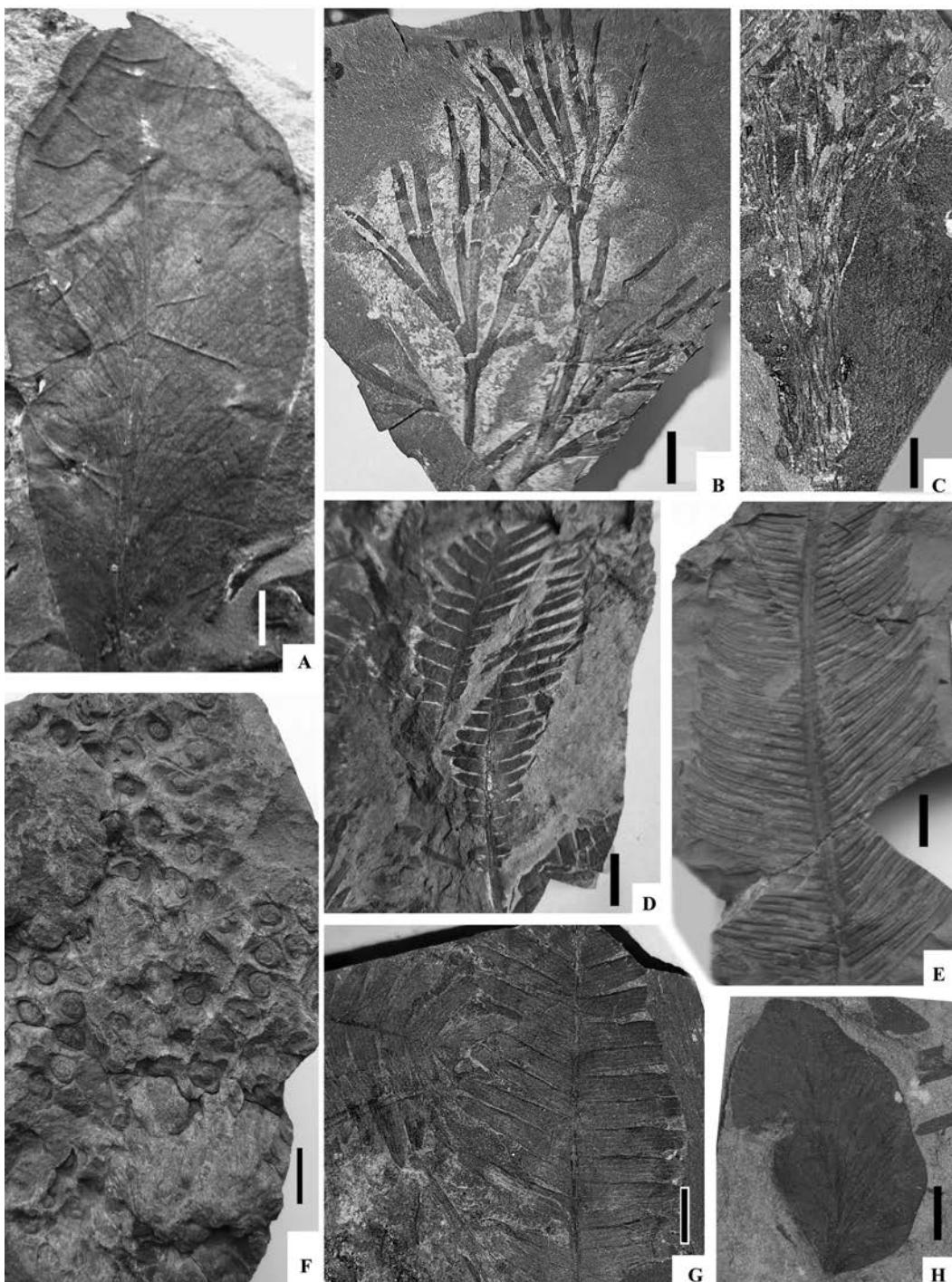


Рис. 4. Голосеменные липовецкого флористического комплекса полуострова Муравьева-Амурского: А – *Sagenopteris mantellii* (Dunker) Schenk, обр. RBT 25/51, мыс Фирсова; В – *Ginkgo concinna* Heer, обр. RBT 26/6–8, бухта Бражникова; С – *Czekanowskia* ex gr. *rigida* Heer, обр. RBT 25/51, мыс Фирсова; Д – *Nilssonia* ex gr. *brongniartii* (Mant.) Duker, обр. RBT 25/179c, там же; Е – *Cycadites sulcatus* Kryshtofovich et Prynada, обр. RBT 28/L10, бухта Сокол; F – *Nilssoniocladus anatolii* Volynets, обр. RBT 28/425, там же; G – *Pterophyllum burejense* Prynada, обр. RBT 25/736, мыс Фирсова; H – *Sagenopteris variabilis* (Velenovskii) Velenovskii, обр. RBT 28/52, бухта Сокол. Масштаб: 15 мм – Д; 10 мм – С, Е; 8 мм – В; 5 мм – А, F, G; 2,5 мм – Н.

Fig. 4. Gymnosperms from the Lipovtsky floral assemblage of the Muravyov-Amursky Peninsula: A – *Sagenopteris mantellii* (Dunker) Schenk, spec. RBT 25/51, Firsov Cape; B – *Ginkgo concinna* Heer, spec. RBT 26/6–8, Braznikov Bay; C – *Czekanowskia* ex gr. *rigida* Heer, spec. RBT 25/51, Firsov Cape; D – *Nilssonia* ex gr. *brongniartii* (Mant.) Duker, spec. RBT 25/179c, ibid; E – *Cycadites sulcatus* Kryshtofovich et Prynada, spec. RBT 28/L10, Sokol Bay; F – *Nilssoniocladus anatolii* Volynets, spec. RBT 28/425, ibid; G – *Pterophyllum burejense* Prynada, spec. RBT 25/736, Cape Firsov; H – *Sagenopteris variabilis* (Velenovskii) Velenovskii, spec. RBT 28/52, Sokol Bay. Scale bar: 15 mm – D; 10 mm – C, E; 8 mm – B; 5 mm – A, F, G; 2,5 mm – H.

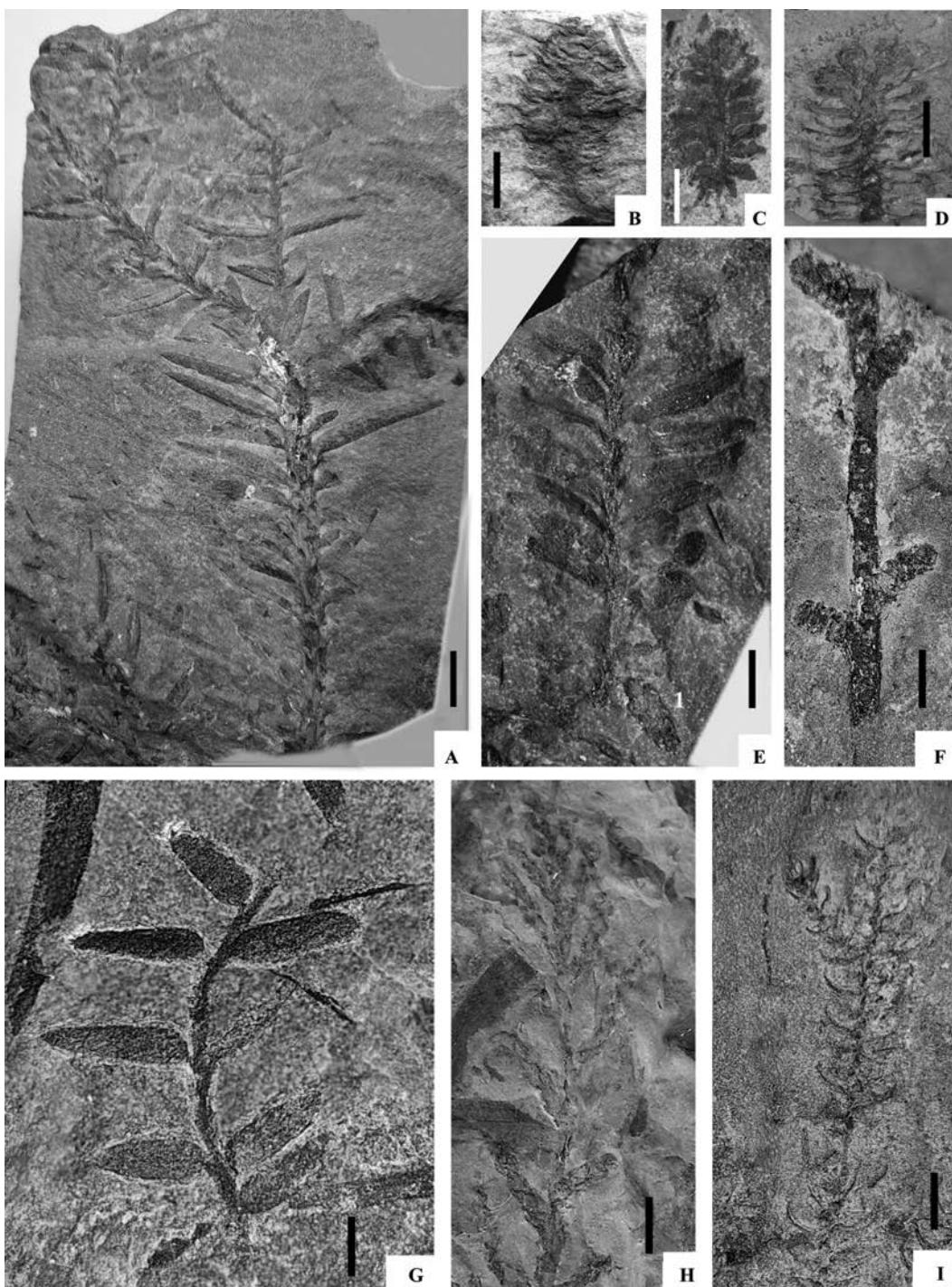


Рис. 5. Хвойные липовецкого флористического комплекса полуострова Муравьева-Амурского: А–Д) *Elatides asiatica* (Yok.) Krassiov/*Elatocladus manchurica* (Yok.) Yabe: А) побег, обр. RBT 25/180, мыс Фирсова; В) шишка, обр. RBT 28/427, бухта Сокол; С) шишка, обр. RBT 26/4–37, бухта Бражникова; Д) шишка, обр. RBT 28/437, бухта Сокол; Е – *Elatocladus* sp., побег с шишкой (1), обр. RBT 26/5–49, залив Бражникова; F – *Pseudolarix doro-feeveii* Samylina, обр. RBT 25/121а, мыс Фирсова; G – *Nageiopsis* sp., обр. RBT 25/122б, мыс Фирсова; H – *Athrotaxites berryi* Bell, обр. RBT 28/7, бухта Сокол; I – *Sequoia* ex gr. *reichenbachii* (Gein.) Heer, обр. RBT 25/126, мыс Фирсова. Масштаб: 10 mm – А–С; 7 mm – Д; 5 mm – Е, F, I; 3 mm – Г, H.

Fig. 5. Conifers from the Lipovtsy floral assemblage of the Muravyov-Amursky Peninsula: A–D) *Elatides asiatica* (Yok.) Krassiov/*Elatocladus manchurica* (Yok.) Yabe: A) shoot, spec. RBT 25/180, Firsov Cape; B) cone, spec. RBT 28/427, Sokol Bay; C) cone, spec. RBT 26/4–37, Brazhnikov Bay; D) – cone, spec. RBT 28/437, Sokol Bay; E – *Elatocladus* sp., shoot with cone (1), spec. RBT 26/5–49, Brazhnikov Bay; F – *Pseudolarix doro-feeveii* Samylina, spec. RBT 25/121a, Cape Firsov; G – *Nageiopsis* sp., spec. RBT 25/122b, Cape Firsov; H – *Athrotaxites berryi* Bell, spec. RBT 28/7, Sokol Bay; I – *Sequoia* ex gr. *reichenbachii* (Gein.) Heer, spec. RBT 25/126, Cape Firsov. Scale bar: 10 mm – A–C; 7 mm – D; 5 mm – E, F, I; 3 mm – G, H.

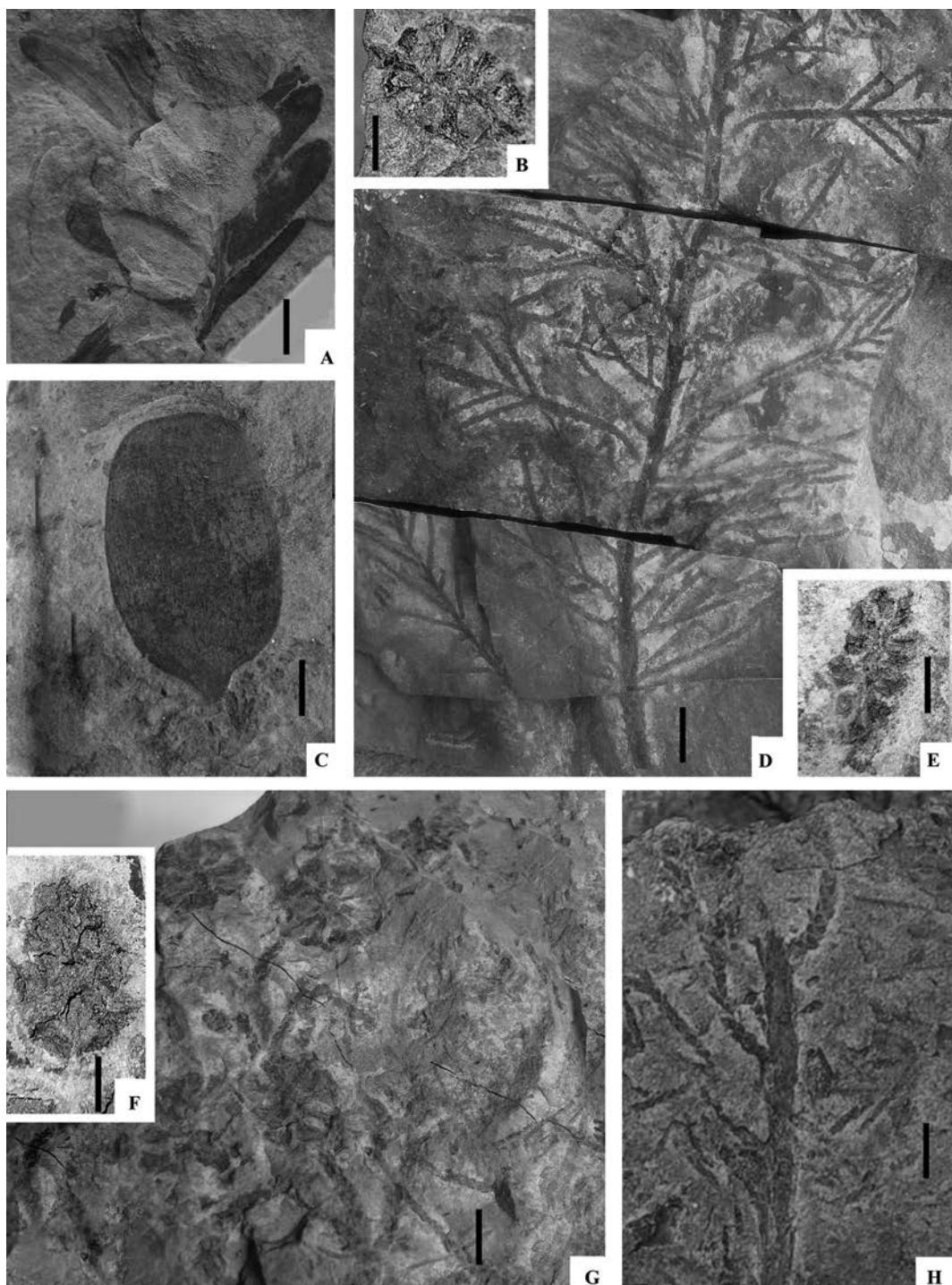
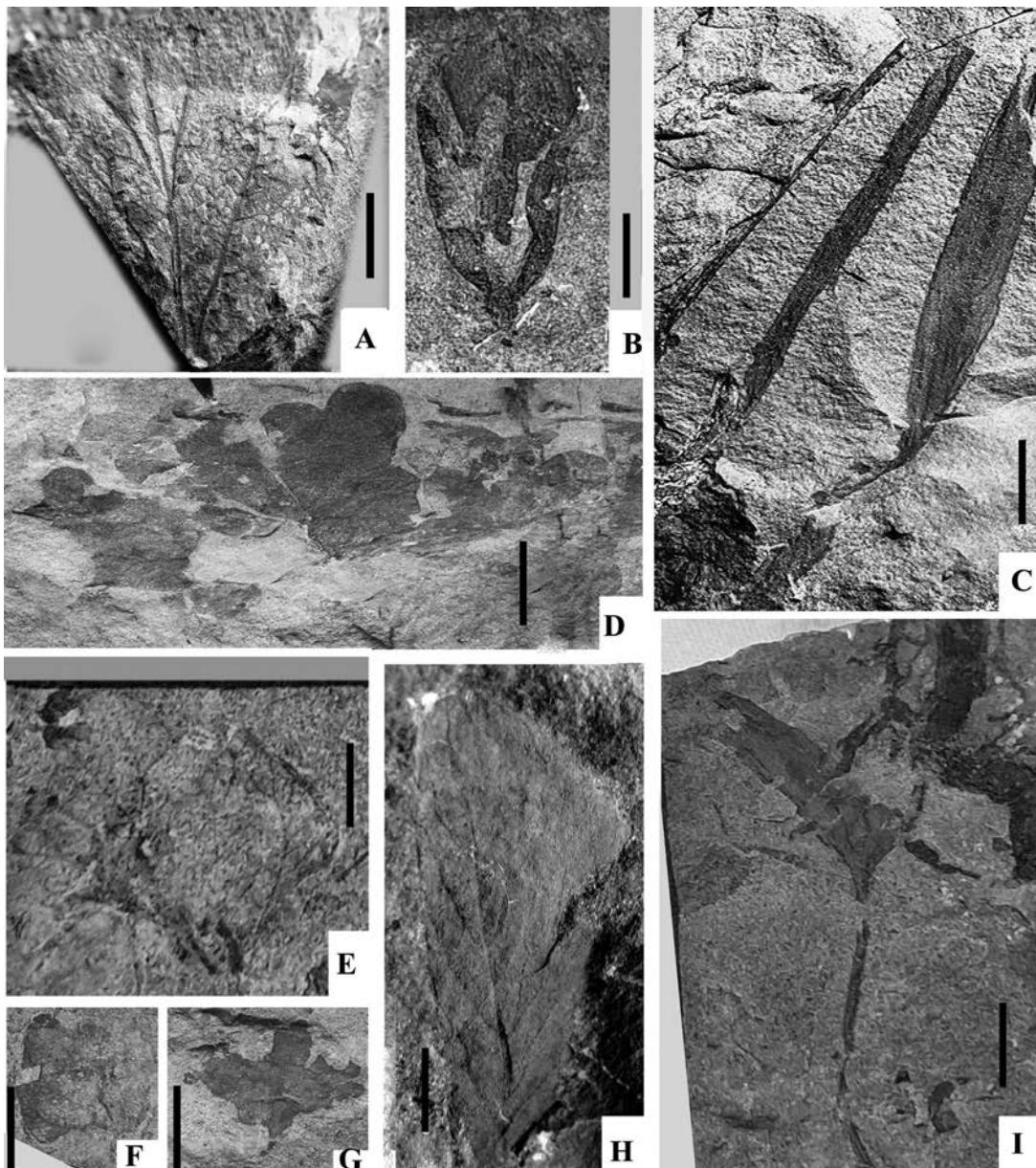


Рис. 6. Хвойные липовецкого флористического комплекса полуострова Муравьева–Амурского: А – *Araucariodendron heterophyllum* Krassilov, обр. RBT 28/650, бухта Сокол; В, Е, Ф, Н – *Athrotaxites berryi* Bell: В – шишка, обр. RBT 25/119, мыс Фирсова; Е – шишка, обр. RBT 28/447, залив Сокол; Ф – шишка, обр., RBT 25/202, мыс Фирсова; Н – побег, обр. RBT 28/ 504, залив Сокол; Д, Г – *Athrotaxopsis expansa* Font. emend. Berry: Д – побег, обр. RBT 28/308, там же; Г – побег с шишкой, обр. RBT 28/308, там же; С – *Podozamites reinii* Geyler, spec. RBT 28/446, там же. Масштаб: 10 mm – Д, 8 mm – Г, 5 mm – А, С, Е; 2.5 mm – В, Ф, Н.

Fig. 6. Conifers from the Lipovtsy floral assemblage of the Muravyov-Amursky Peninsula: A – *Araucariodendron heterophyllum* Krassilov, spec. RBT 28/650, Sokol Bay; B, E, F, H – *Athrotaxites berryi* Bell: B – cone, spec. RBT 25/119, Cape Firsov; E – cone, spec. RBT 28/447, Sokol Bay; F – cone, spec., RBT 25/202, Cape Firsov; H – shoot, spec. RBT 28/ 504, Sokol Bay; D, G – *Athrotaxopsis expansa* Font. emend. Berry: D – shoot, spec. RBT 28/308, Sokol Bay; G – apical shoots with cones, spec. RBT 28/308, ibid; C – *Podozamites reinii* Geyler, spec. RBT 28/446, ibid. Scale bar: 10 mm – D, 8 mm – G, 5 mm – A, C, E; 2.5 mm – B, F, H.



*Рис. 7.* Никанские покрытосеменные полуострова Муравьева-Амурского: А, Н – *Dicotylophyllum* spp. липовецкая свита, А – *Dicotylophyllum* sp.1, обр. RBT 28/4-4, бухта Сокол, Н – *Dicotylophyllum* sp.2, обр. RBT 28/5, там же; В – *Dicotylophyllum* sp., галенковская свита, обр. RBT 41/43-4, ручей Дачный; С – monocotyledons (Liliopsida Batsch (Monocotyledoneae), липовецкая свита, обр. RBT 26/4-37, бухта Бражникова; Д, Г – *Araliaeophyllum vittenburgii* Golovn. et Volynets, галенковская свита, ручей Дачный; Д – обр. IBSS 41/1-3; Г – обр. IBSS 41/1-4; Е – *Araliaeophyllum* sp. 1, галенковская свита, обр. RBT 41/43-9, там же; *Araliaeophyllum* sp. 2, галенковская свита, обр. RBT 41/43-8, там же. Масштаб: 10 mm – С; 5 mm – А, В, Д, Г, И; 3 mm – Е, Ф.

*Fig. 7.* Nikan angiosperms of the Muravyov-Amursky Peninsula: A, H – *Dicotylophyllum* spp. 1, Lipovtsy Formation, A – *Dicotylophyllum* sp. 1, spec. RBT 28/4-4, Sokol Bay, H – *Dicotylophyllum* sp. 2, spec. RBT 28/5, ibid; B – *Dicotylophyllum* sp., Galenka formation, spec. RBT 41/43-4, Dachny Creek; C – monocotyledons (Liliopsida Batsch (Monocotyledoneae), Lipovtsy Formation, spec. RBT 26/4-37, Brazhnikov Bay; D, G – *Araliaeophyllum vittenburgii* Golovn. et Volynets, Galenka formation, Dachny Creek; D – spec. D – spec. IBSS 41/1-3; G – spec. IBSS 41/1-4; E – *Araliaeophyllum* sp. 1, Galenka formation, spec. RBT 41/43-9, ibid; *Araliaeophyllum* sp. 2, Galenka formation, spec. RBT 41/43-8, ibid. Scale bar: 10 mm – С; 5 mm – А, В, Д, Г, И; 3 mm – Е, Ф.

В аптское время продолжалось медленное и постепенное опускание территории Подгородненской впадины (Мудров, 1960). Накапливались терригенные угленосные отложения (ли-

повецкая свита) паралического (приморского) типа. Маломощные слои морских осадков в бухтах Бражникова, Сокол и на мысе Фирсова представлены карбонатными породами, в ко-

торых встречены радиолярии и фораминиферы (Volynets, 2010, Волынец, 2015). На Подгородненском месторождении, в бассейне р. Песчанка морских осадков не было обнаружено (Мудров, 1960; Волынец, 2015). Территория впадины была занята прибрежно-аллювиальной равниной с заболоченной поверхностью. Происходила интенсивная денудация и аккумуляция, приведшая к выравниванию рельефа, накоплению аллювиальных, болотных и пойменно-болотных отложений, которые краткосрочно затапливались морем.

Остатки растений липовецкого ФК происходят из разных осадочных слоев: из алевролитов и тонкозернистых песчаников с горизонтально-слоистой текстурой (рис. 8, C), из межугольных слоев алевритового песчаника, с мелкой и тонкой горизонтальной и мелкой косой слоистостью (рис. 8, B). Такой фациальный состав пород, по мнению А. М. Мудрова (1960), указывает на озерный режим. Слои каменного угля формировались в болотных условиях, за счет большего количе-

ства отмерших растений без доступа кислорода (рис. 8, D). Торфяные болота и старицкие озера периодически затапливались морем (рис. 8, A), о чем свидетельствуют карбонатные прослои. Также остатки растений (преимущественно стволы деревьев и кора) встречены в более грубых прослоях, таких как гравелистые, крупно- и среднезернистые песчаники. Последние, скорее всего, накапливались в русле реки, а также в пониженных участках местности, перемещаясь со склонов, хотя А. М. Мудров считает, что гравелистые и крупнозернистые песчаники – это осадки временных потоков или конусов выноса рек в озёра (Мудров, 1960).

В прибрежных растительных сообществах доминировали папоротниковые марши из матониевых *Natherstia pectinata* (рис. 3, J), некоторых глейхениевых и, возможно, древовидных циатейных (*Alsophilites nippensis* (Oishi) Krassilov (рис. 3, H, I), «*Polypodites*» *polysorus* (рис. 3, M), а также «*Vargolopteris*» *rossica*, *Cladophlebis frigida* (рис. 3, O, P), остатки которых, как и

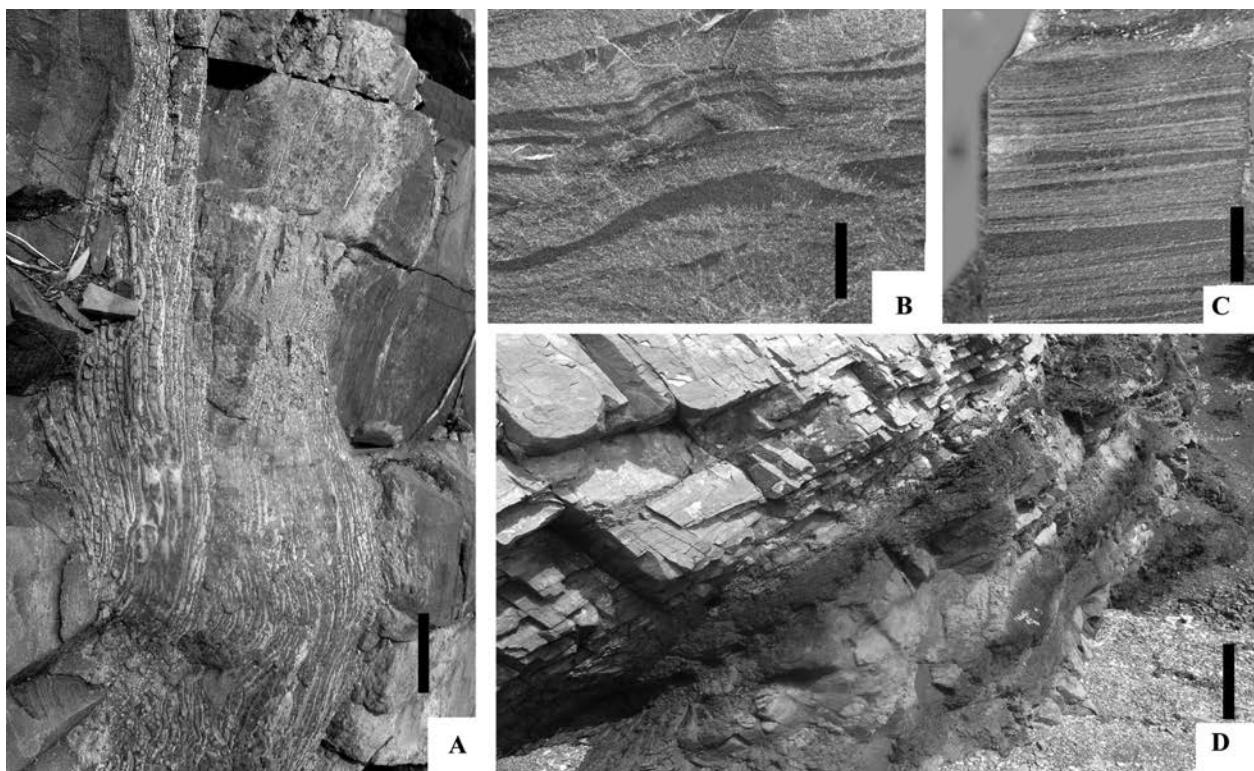


Рис. 8. Фациальные типы осадочных пород липовецкой свиты полуострова Муравьева-Амурского: А – карбонатные слои в разрезе липовецкой свиты на мысе Клыкова, бухта Бражникова; В, С – типы слоистости в межугольных пластах на мысе Фирсова: В – горизонтально-волнистая, обр. RBT 25/501, С – горизонтальная, обр. RBT 25/502; Д – фрагмент угольных пластов на мысе Клыкова, липовецкая свита. Масштаб: 500 mm – А, Д; 10 mm – В, С.

Fig. 8. Facies types of the Lipovtsi formation sedimentary rocks in the Muravyov-Amursky Peninsula: A – carbonate layers in the section of the Lipovtsi formation at Cape Klykov, Brazhnikov Bay; B, C – types of layering in intercoal layers at Cape Firssov: B – horizontally undulating spec. RBT 25/501, C – horizontal, spec. RBT 25/502; D – fragment of coal beds at Cape Klykov, Lipovtsi aformation. Scale bar: 500 mm – A, D; 10 mm – B, C.

*Nathorstia pectinata* встречены в кровле и крыше угольных пластов. В тонкослоистых угольных пластах обильны и хорошей сохранности хвойные *Elatides asiatica* (рис. 5, A–D) и *Athrotaxopsis expansa* (рис. 6, D, G), а также многочисленные саговники – *Nilssonia ex gr. orientalis*, беннеттитовые – *Cycadites sulcatus*, *Pterophyllum burejense* Prynada (рис. 4, G), *P. sutschanense* Prynada, редкие *Ginkgo concinna* Heer (рис. 4, B) и *G. pluripartita* (Schimp.) Heer. Все они, возможно, произрастали по окраинам болот и у стариц дельтовой части реки. Тогда как высокое участие в растительном сообществе папоротника *Onychiopsis psilotoides*, по-видимому, связано с развитием обстановок приморских побережий, что подтверждается находками фораминифер и радиолярий в перекрывающих карбонатных слоях.

Верхняя часть липовецкой свиты в районе бухты Сокол представлена тонким переслаиванием туфопесчаников, мелкозернистых песчаников с известковыми конкрециями и тонкими прослойями алевролитов со слабоволнистой, прерывистой слоистостью, а местами и горизонтальной (Волынец, 2010, 2015). Такой тип текстуры осадков свидетельствует об их формировании в пойменной части реки, а наличие известковых образований с радиоляриями – о кратковременном морском затоплении поверхности суши (Мудров, 1960).

По мнению авторов, леса липовецкого времени п-ова Муравьева-Амурского состояли из араукариевых (*Araucariodendron heterophyllum*), таксодиевых (*Elatides asiatica*), кипарисовых (*Athrotaxopsis expansa*) и сосновых (*Pityophyllum ex gr. nordenskioldii*, *Pseudolarix dorofeevii*), а также гinkговых, которые составляли первый древесный ярус. Во втором ярусе находились такие голосеменные, как *Mirovia cf. orientalis* (Nosova) Nosova, *Nilssoniocladius anatolii*, *Cycadites sulcatus*, кейтониевые *Sagenopteris variabilis* и пр., а также древовидные папоротники *Alsophilites nipponensis*. Разнообразно была представлена кустарниковая растительность, состоящая из хвойных *Athrotaxites beryii*, *Torreya nicanica*, и *Taxites* spp., беннеттитов – *Dictyozamites* spp., *Neozamites cf. verchojanensis*, *Pterophyllum* spp., *Pseudocycas* sp., цикадовых *Nilssonia* spp., *Pseudocetenis eatoniensis* (Красилов, 1967) и пока еще редких покрытосеменных. Травянистый ярус состоял из многочисленных папоротников, хвощей, надпочвенный слой – из плауновидных и мхов, а на поверхности озер и стариц плавали печеночники *Riccia* sp.

Высокое разнообразие альской флоры (106 таксонов) п-ова Муравьева-Амурского, участие в ней влаго- и теплолюбивых таксонов, максимальное значение цикадофитового индекса свидетельствуют о существовании оптимальных климатических условий (Красилов, 1977). Кроме этого, на фоне «мезофитной» растительной формации происходит внедрение покрытосеменных в прибрежные растительные сообщества. В алье на Сихотэ-Алине начинается крупнейшая трансгрессия, в морской биоте заметно влияние региона Тетис (Маркевич и др., 2000).

В альбе ложе Подгородненской впадины медленно углублялось, и начался очередной цикл заполнения ее котловины осадками, которые сформировали галенковскую свиту. С востока и запада впадина по-прежнему была ограничена двумя невысокими и пологими хребтами, а ее территорию занимала озерно-аллювиальная равнина, возможно, со слегка заболоченной поверхностью. В разрезах практически все осадки содержат некоторое количество пеплового материала, что свидетельствует о вулканической активности как в самой Раздольненской впадине, так и за ее пределами, и о почти полном прекращении углеобразования (Шарудо, 1972, Волынец, 2015). В Подгородненской впадине наблюдается накопление конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов, туффитов и маломощных (10 см) прослоев углистых алевролитов/сажистых углей. Район поступления материала, вероятно, был тот же – невысокие горные хребты. Слабая окатанность, сортировка и малая мощность крупнозернистого материала свидетельствуют о незначительном переносе осадков водными потоками, а прослои углистых алевролитов/сажистых углей – о продолжающемся небольшом заболачивании территории (Волынец, 2015).

На протяжении альба вся территория Приморья была затронута вулканической активностью. В пределах Раздольненского бассейна вулканы установлены в районе сел Красный Яр и Раздольное (к северо-западу от Подгородненской впадины), а также около с. Липовцы (Шарудо, 1972), а в геологических разрезах среди осадочных отложений имеются прослои пеплового материала. В результате, по мнению В. А. Красилова (1977), атмосфера Земли длительное время была заполнена большим количеством вулканической пыли, тонкодисперсного пепла и вулканических аэрозолей, что оказало существенное влияние на растительные сообщества. В составе альской галенковской флоры исчезли многие

теплолюбивые растения, такие как цикадофиты (преимущественно беннеттиты), папоротники и хвойные аптского времени, а представителей сибирской флоры среди папоротников и цикадофитов появилось больше. В восточных районах китайских провинций Хэйлунцзян (Heilongjiang) – бассейны Цзиси (Jixi), Мулин (Muling), Цзилинь (Jilin) и бассейн Яньцзи (Yanji) – вулканическая активность начала проявляться с позднего баррема по апт – ранний альб. Её влияние также оказывало неблагоприятное воздействие на растительность и климат окружающих территорий (Sun, 2022). На рисунке 2 отчетливо видно, что в разрезе средней и верхней частей формации Мулин (поздний апт – ранний альб) и вышележащей формации Дуншань (средний альб) установлены вулканогенно-терригенные осадки.

В раннем–среднем альбе (галенковский ФК) произошло сокращение таксономического разнообразия в 2.5 раза (со 106 таксонов в липовецком ФК до 43 в галенковском), хотя не исключено, что могли повлиять и тафономические процессы. В составе папоротников галенковского ФК сокращение разнообразия происходит за счет теплолюбивых представителей семейств *Cyatheaeeae*, *Matoniaceae* и некоторых *Gleicheniaceae*, беннеттиевых нет вообще. В местонахождениях доминируют хвойные, но среди них не принимают участие *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Araucariodendron Nageiopsis*, *Dictyozamites*, *Cycadites* и др. – роды, представляющие хвойно-цикадофитовый «чапараль» (тип субтропической жестколистной кустарниковой растительности). В состав галенковского ФК по-прежнему входят папоротники *Birisia* и *Arctopteris*, саговники *Nilssonia*, хвойные *Taxites*, *Sequoia*, но доминируют представители семейства *Pinaceae*.

Сокращение разнообразия в галенковском ФК, по сравнению с липовецким, может быть вызвано: 1) усилением вулканической активности в этой области и прилегающих к ней регионах (напр., район Цзиси, КНР, рис. 2), что подтверждается и литологическими данными, например более высокой долей вулканокластических осадков в галенковской свите по сравнению с липовецкой свитой; 2) и возможно некоторым похолоданием, о чем свидетельствует исчезновение такой растительной формации, как мезозойский чапараль. Кроме этого, в раннем–среднем альбе Приморья трансгрессия достигла своего максимума. В эпиконтинентальных морях стали господствовать ауцелины, иноцерамиды и аммониты, характерные для Северо-Тихоокеанской провинции, а типичные пред-

ставители области Тетис не были обнаружены (Маркевич и др., 2000). В наземных флорах разнообразие уменьшается, сокращается участие термофильных элементов. Все эти факты свидетельствуют о некотором похолодании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Никанская флора п-ова Муравьева-Амурского представлена тремя ФК – уссурийским (баррем), липовецким (апт, начало раннего альба) и галенковским (ранний–средний альб). В барремской флоре полуострова доминировали папоротники и хвойные, при участии кейтониевых, цикадофитов и гинкговых. В аптском веке в состав изученной флоры входили все группы высших растений, но господствовали папоротники, цикадофиты и хвойные. Для неё характерно таксономическое богатство (109 таксонов) и появление последнего таксона высшего ранга – цветковых растений. В альбском веке фиксируется резкое сокращение флористического состава (49 таксонов) и более значительное участие представителей сибирской флоры.

2. С баррема по альб включительно были восстановлены палеообстановки осадконакопления, в которых формировались растительные сообщества п-ова Муравьева-Амурского. В добарремское время Подгородненская впадина представляла денудационно-аккумулятивную равнину. В барреме произошло прогибание ее территории, и образовалась предгорная, аллювиально-аккумулятивная, возможно заболоченная, равнина. В апте образовалась прибрежно-аллювиальная заболоченная низменность с лагунами, заводями, озерами, болотами, богатой субтропической/тропической растительностью, окаймленная невысокими горными хребтами и под влиянием некоторой вулканической активности. В альбе сформировалась озерно-аллювиальная равнина с редкими болотами, окруженными невысокими горными хребтами, в то время как вулканическая активность сильно усилилась, по крайней мере, в ранне-среднеальбское время.

3. Обсуждаются климатические условия и их изменения в изученном районе от баррема до альба, в основном на основе таксономических изменений в изученных флористических комплексах.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы искренне благодарны рецензентам за замечания, а также добровольным помощникам и коллегам лаборатории палеоботаники ФНЦ Биоразнообразия за помощь в сборе фитофоссилий.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №124012200182-1) и гранта № 30220130698 (NFSC China).

## ЛИТЕРАТУРА

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

*Красилов В. А.* Эволюция и биостратиграфия. Москва: Наука, 1978. 256 с.

*Криштофович А. Н.* Материалы к познанию юрской флоры Уссурийского края // Труды Геологического и минералогического музея Императорской Академии наук. Петроград, 1916. Т. 2. Вып. 4. С. 81–140.

*Криштофович А. Н.* Открытие эквивалентов нижнеюрских пластов Тонкина в Уссурийском крае // Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока. Вып. 22. Владивосток, 1921. 18 с.

*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.

*Мудров А. М.* Фации и условия образования угленосных отложений Подгородненского месторождения Южного Приморья // Труды Лаборатории геологии угля АН СССР. Вып. X. Москва; Ленинград, 1960. С. 201–219.

*Шарудо И. И.* История позднемезозойского угленакопления территории Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1972. 241 с.

*Cohe, K. M., Finney S. C., Gibbard P. L., Fa, J. X.* The ICS International Chronostratigraphic Chart // Episodes. 2013. Vol. 36. No. 3. P. 199–204. DOI: 10.18814/epiugs/2013/v36i3/002.

*Golovneva L., Alekseev P., Bugdaeva E., Volynets E.* An angiosperm dominated herbaceous community from the early–middle Albian of Primorye, Far East of Russia // Fossil Imprint. 2018. Vol. 74. No. 1–2. P. 165–178. DOI: 10.2478/if-2018-0012.

*Golovneva L., Bugdaeva E., Volynets E., Sun Y., Zolina A.* Angiosperm diversification in the Early Cretaceous of Primorye, Far East of Russia // Fossil Imprint. 2021. Vol. 77. No. 2. P. 231–255. DOI: 10.37520/fi.2021.017.

*Gradstein F. M., Ogg J. G.* The chronostratigraphic scale. In: Gradstein F. M., Ogg J. G., Schmitz M. D., Ogg G. M. (Eds.), Geologic Time Scale (2 vols). Elsevier: Amsterdam, Oxford, Cambridge. 2020. P. 21–32. DOI: 10.1016/B978-0-12-824360-2.00002-4.

*Isozaki Y., Tsutsumi Y., Nakano T., Nechaev V., Zakharov Y., Popov A.* Albian (Early Cretaceous) U-Pb age of detrital zircons for a coal-associated sandstone (Lipovtsy Formation, Nikan Group) in SW Primorye, Russia:

Paleofloristic and provenance comparison with the Tetori Group in the Hida belt, Japan // Bulletin of the National Museum of Nature and Science Ser. C (Geology and Paleontology). 2023. Vol. 49. No. 1–13. DOI: 10.50826/bnmnsgeopaleo.49.0\_1.

*Kovaleva T. A., Volynets E. B., Sun G.* Early Cretaceous flora from coal-bearing strata of the Markovsky Peninsula in South Primorye, Russia // Global Geology. 2012. Vol. 15. No. 1. P. 13–18.

*Kovaleva T. A., Markevich V. S., Bugdaeva E. V., Volynets, E. B., Afonin M. A.* New data on palynostratigraphy of the Lipovtsy formation in the Razdol'naya coal basin (Southern Primorye) // Russian Journal of Pacific Geology. 2016. Vol. 35. No. 1. P. 54–65. DOI: 10.1134/S1819714016010061.

*Sun G.* New information on the research results of Cretaceous flora and strata in eastern Northeast China // Geology and Resources. 2022. Vol. 31. No. 3. P. 289–302. (In Chinese, with English summary). DOI: 10.13686/j.cnki.dzyz.2022.03.006.

*Vakhrameev V. A.* Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth. Cambridge University Press. 1991. 318 p.

*Volynets E. B.* The Aptian-Cenomanian Flora of Primor'e, Part 1: Floral Assemblages // Stratigraphy and Geological Correlation. 2005. Vol. 13. No. 6. P. 613–631.

*Volynets E. B.* The Aptian-Cenomanian Flora of Primor'e, Part 2: Correlation of Floral Assemblages // Stratigraphy and Geological Correlation. 2006. Vol. 14. No. 2. P. 200–210. DOI: 10.1134/S08695953806020079.

*Volynets E. B.* A New species of *Nilssoniocladus* Kimura et Sekido from the Lower Cretaceous of the Markovsky Peninsula (Southern Primorye) // Paleontological Journal 2010. Vol. 44. No. 10. P. 1348–1352. DOI: 10.1134/S0031030110100114.

*Volynets E. B.* Cretaceous deposits and Flora of the Muravyov-Amurskii Peninsula (Amur Bay, Sea of Japan) // Stratigraphy and Geological Correlation. 2015. Vol. 23. No. 3. P. 281–299. DOI 10.1134/S0869593815020070.

*Volynets E. B., Bugdaeva E. V., Markevich V. S., Kovaleva T. A.* Lipovtsy flora of the Razdolnaya (Suifun) River Basin, Primorye Region, Russia // Global Geology. 2016. Vol. 19. No. 4. P. 216–229.

*Volynets E. B., Bugdaeva E. V.* The Aptian–Cenomanian flora of the Razdolnaya coal basin (Primorye region, Russia) // Island Arc. 2017. Vol. 26. No. 1. ArticleID: e12171. DOI: 10.1111/iar.12171.

*Wang P., Chen C., Liu H.* Aptian giant explosive volcanic eruptions in the Songliao basin and Northeast Asia: A possible cause for global climate change and OAE-1a // Cretaceous Research. 2016. Vol. 62. No. 7. P. 98–108. DOI: 10.1016/j.cretres.2015.09.021.

**EARLY CRETACEOUS PLANT COMMUNITIES  
AND PALEOENVIRONMENTS ON THE MURAVYOV-AMURSKY PENINSULA  
(Far East Russia)**

**E. B. Volynets<sup>1</sup>, Sun Ge<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Federal Scientific Center of the East Asian Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690022, Russia*

<sup>2</sup>*Key-Lab for Evolution of Past Life in NE Asia, Ministry of Natural Resources, China (Shenyang Normal University), Shenyang 110034, China*

Remains of Barremian-Albian plants (Lower Cretaceous, Nikan Group) were studied from the Ussuri, Lipovtsy, and Galenka formations on the Muravyov-Amursky Peninsula, part of the Razdol'naya B basin. The age of the Nikan Group of the basin has been substantiated by paleobotanical, palynological data and U-Pb isotope dating of detrital zircons. The Nikan flora of the Muravyov-Amursky Peninsula consists of approximately 125 taxa, embracing a variety of ferns and gymnosperms, as well as rare angiosperms. This flora is represented by three floral assemblages (FAs): Ussuri (Barremian), dominated by ferns and conifers; Lipovtsy (Aptian – Early Albian), with prevalence of ferns, cycadophytes, conifers and the first appearance of angiosperms; and Galenka (Early to Middle Albian), where ferns and conifers predominate, and also rare angiosperms are constantly present. The Barremian-Albian sedimentation paleoenvironments on the Podgorodnenka depression are discussed: the foothill alluvial-accumulative plain (Barremian) was replaced by a coastal-alluvial swampy plain (mainly Aptian, beginning of the Early Albian) and later transformed into a lacustrine-alluvial plain (Early to Middle Albian).

**Keywords:** Lower Cretaceous, Barremian-Albian, Nikan flora, plant communities, paleoenvironments, Primorye.

REFERENCES

- Cohen, K. M., Finney, S. C., Gibbard, P. L., Fan, J. X., 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart, *Episodes*. 36 (3), 199–204. DOI: 10.18814/epiugs/2013/v36i3/002.
- Golovneva, L., Alekseev, P., Bugdaeva, E., Volynets, E., 2018. An Angiosperm Dominated Herbaceous Community from the Early–Middle Albian of Primorye, Far East of Russia, *Fossil Imprint*. 74 (1–2), 165–178. DOI: 10.2478/if-2018-0012.
- Golovneva, L., Bugdaeva, E., Volynets, E., Sun, Y., Zolina, A., 2021. Angiosperm Diversification in the Early Cretaceous of Primorye, Far East of Russia, *Fossil Imprint*. 77 (2), 231–255. DOI: 10.37520/fi.2021.017.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., 2020. The Chronostratigraphic Scale. *Geologic Time Scale*. Eds. Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M. D., Ogg, G. M., 2 vols. Amsterdam, Oxford, Cambridge, Elsevier. 1024–1034. DOI: 10.1016/B978-0-12-824360-2.00002-4.
- Isozaki, Y., Tsutsumi, Y., Nakano, T., Nechaev, V., Zakharov, Y., Popov, A., 2023. Albian (Early Cretaceous) U-Pb Age of Detrital Zircons for a Coal-Associated Sandstone (Lipovtsy Formation, Nikan Group) in SW Primorye, Russia: Paleofloristic and Provenance Comparison with the Tetori Group in the Hida Belt, Japan, *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series C (Geology and Paleontology)*. 49, 1–13. DOI: 10.5082/bnmnsgopaleo.49.0\_1.
- Kovaleva, T. A., Volynets, E. B., Sun, G., 2012. Early Cretaceous Flora from Coal-Bearing strata of the Markovsky Peninsula in South Primorye, Russia, *Global Geology*. 15 (1), 13–18.
- Kovaleva, T. A., Markevich, V. S., Bugdaeva, E. V., Volynets, E. B., Afonin, M. A., 2016. New Data on Palynostratigraphy of the Lipovtsy Formation in the Razdol'naya Coal Basin (Southern Primorye), *Russian Journal of Pacific Geology*. 35 (1), 54–65. DOI: 10.1134/S1819714016010061.
- Krasilov, V. A., 1967. Early Cretaceous Flora in Southern Primorye and Its Significance for Stratigraphy. Moscow, Nauka [In Russian].
- Krasilov, V. A., 1977. Evolution and Biostratigraphy. Moscow, Nauka [In Russian].
- Krishtofovich, A. N., 1916. Materials for Knowledge of the Jurassic Flora of the Ussuri Region, *Proceedings of the Geological and Mineralogical Museum of the Imperial Academy of Sciences*. Petrograd, 2 (4), 81–140 [In Russian].
- Markevich, P. V., Konovalov, V. P., Malinovsky, A. I., Filippov, A. N., 2000. Lower Cretaceous Deposits in Sikhote-Alin. Vladivostok, Dalnauka. [In Russian].
- Markevich, V. S., 1995. Cretaceous Palynoflora in the North of East Asia. Vladivostok, Dalnauka [In Russian].
- Mudrov, A. M., 1960. Facies and Forming Conditions of Coal-Bearing Deposits in the Podgorodnenka Field, Southern Primorye. *Proceedings of the Laboratory of Coal Geology, AS SSSR*. X. Moscow, Leningrad, USSR Academy of Sciences. 201–219 [In Russian].

- Sharudo, I. I., 1972. History of Late Mesozoic Coal Accumulation in the Far East. Novosibirsk, Nauka [In Russian].
- Sun, G., 2022. New Information on the Research Results of Cretaceous Flora and Strata in Eastern Northeast China, *Geology and Resources*. 31 (3), 289–302 [In Chinese, with English summary]. DOI: 10.13686/j.cnki.dzyy.2022.03.006.
- Vakhrameev, V. A., 1991. Jurassic and Cretaceous Floras and Climates of the Earth. Cambridge University Press.
- Volynets, E. B., 2005. The Aptian-Cenomanian Flora of Primor'e, Part 1: Floral Assemblages, *Stratigraphy and Geological Correlation*. 13 (6), 613–631.
- Volynets, E. B., 2006. The Aptian-Cenomanian Flora of Primor'e, Part 2: Correlation of Floral Assemblages, *Stratigraphy and Geological Correlation*. 14 (2), 200–210. DOI: 10.1134/S0869593806020079.
- Volynets, E. B., 2010. A New Species of *Nilssoniocladus* Kimura et Sekido from the Lower Cretaceous of the Markovsky Peninsula (Southern Primorye), *Paleontological Journal*. 44 (10), 1348–1352. DOI: 10.1134/S0031030110100114.
- Volynets, E. B., 2015. Cretaceous Deposits and Flora of the Muravyov-Amurskii Peninsula (Amur Bay, Sea of Japan), *Stratigraphy and Geological Correlation*. 23 (3), 281–299. DOI 10.1134/S0869593815020070.
- Volynets, E. B., Bugdaeva, E. V., Markevich, V. S., Kovaleva, T. A., 2016. Lipovtsy Flora of the Razdolnaya (Suifun) River Basin, Primorye Region, Russia, *Global Geology*. 19 (4), 216–229.
- Volynets, E. B., Bugdaeva, E. V., 2017. The Aptian-Cenomanian Flora of the Razdolnaya Coal Basin (Primorye Region, Russia), *Island Arc*. 26 (1). ArticleID: e12171. DOI: 10.1111/iar.12171.
- Wang, P., Chen, C., Liu, H., 2016. Aptian Giant Explosive Volcanic Eruptions in the Songliao Basin and Northeast Asia: A Possible Cause for Global Climate Change and OAE-1a, *Cretaceous Research*. 62 (7), 98–108. DOI: 10.1016/j.cretres.2015.09.021.