

## ПАЛЕОГЕН-НЕОГЕНОВАЯ ГРАНИЦА В ПРИМОРЬЕ (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)

*Б.И. Павлюткин<sup>1</sup>, Т.И. Петренко<sup>1</sup>, И.Ю. Чекрыжов<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>ФБГУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр-т 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022;  
e-mail: [pavlyutkin@fegi.ru](mailto:pavlyutkin@fegi.ru)

<sup>2</sup>ФГАОУВПО Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа, кампус ДВФУ, о. Русский, нп Аякс 10,  
г. Владивосток, 690922

Поступила в редакцию 10 мая 2017 г.

Выполнен комплексный геологический и палеоботанический анализ разрезов пограничных олигоцен-миоценовых отложений на территории юга Приморья. Установлено наличие стратиграфического перерыва в переходных комплексах в Пушкинской и Павловской впадинах. В разрезах Раковской впадины признаки такого перерыва не зафиксированы, поэтому предлагается использовать один из них (скв. 15) для выбора стратотипа палеоген-неогеновой границы. Подтвержден ранее сделанный вывод о приуроченности промышленной угленосности в Приморье к палеогеновой части третичного комплекса. Разрез, вскрытый Раковским бурогольным карьером (т. 9209), предложено использовать в качестве стратотипа верхней подсвиты павловской свиты.

**Ключевые слова:** стратиграфия, кайнозой, палеоген-неогеновая граница, Приморье, Дальний Восток России.

### ВВЕДЕНИЕ

Положение границы между палеогеном и неогеном относится к числу важнейших проблем общей стратиграфии кайнозоя. При разработке региональных стратиграфических схем (РСС) одним из очевидных приоритетов является маркирование границ между глобальными подразделениями Международной стратиграфической шкалы (МСШ) в конкретном регионе. Применительно к сводному разрезу кайнозоя на территории Приморского края (= Приморья) данная проблема все еще далека от полноценного решения. Это связано в первую очередь с невозможностью прямой корреляции регионального кайнозойского комплекса с глобальной зональной шкалой из-за отсутствия в его составе морских отложений. Все ранее разработанные варианты РСС кайнозоя территории базируются почти исключительно на палеоботанических данных, что предопределяет некоторую условность принимаемых границ между основными его подразделениями.

Проблема усложняется отсутствием более или менее достоверных данных о некоторых составляющих кайнозоя в регионе. Так, на большей части территории (кроме Восточного Сихотэ-Алиня) остается неизвестным палеоцен, нет сведений об аналогах «оптимального» эоцена, крайне ограничены данные

о плиоцене. Не является исключением и миоцен, суждения исследователей о нем также весьма противоречивы. Все это побудило нас вновь обратиться к неутратившей актуальность проблеме палеоген-неогеновой границы с учетом данных, полученных в последнее десятилетие. Следует заметить, что верхнеолигоцен-миоценовые отложения в Южном Приморье включают пласты металлоносных углей и туфов [22], для дальнейшего изучения которых требуется их детальная стратиграфическая привязка.

Цель данной работы заключается в комплексном анализе разрезов, пригодных для решения вопроса о положении границы между палеогеном и неогеном на территории Приморья, и выборе наиболее перспективного из них, с которым можно было бы связать стратотип границы. И как дополнение – детализация пограничного интервала по новым геологическим и палеоботаническим данным.

### ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Традиционно, начиная с первого варианта РСС [17], раннему–среднему миоцену соответствовала усть-давыдовская свита, типифицирующая региональный горизонт с тем же названием. В качестве стратиграфического эквивалента позднего олигоцена принималась надеждинская свита с одноименным



Рис. 1. Расположение опорных геологических разрезов.

1 – контуры кайнозойских депрессий с их названиями, 2 – геологические точки (опорные разрезы) и их номера.

горизонтом. Таким образом, рубеж палеоген/неоген в регионе маркировался границей между надеждинской и усть-давыдовской свитами. Достоинством данного варианта границы было отсутствие сколько-нибудь явно выраженного стратиграфического перерыва на этом уровне. В малоизмененном виде он сохранился до настоящего времени [18].

Однако уже в начале 1970-х годов выявилось несоответствие этого варианта полученным к тому времени палеоботаническим данным. Высказанное вначале, скорее, как предположение [5], оно было подтверждено более поздними исследованиями [2, 8, 13]. Возникшее противоречие обусловило поиски иных вариантов палеоген-неогеновой границы, поскольку выяснилось, что обе вышеназванные свиты отражают эоценовый этап в геологической истории региона. На основе анализа палинологических данных по основным разрезам кайнозоя на территории Приморья, первыми двумя авторами данного сообщения было обращено внимание на стратиграфический интервал с почти полным отсутствием пыльцы бука, при том,

что более теплолюбивые роды семейства буковых (*Castanea*, а в отдельных пробах и *Castanopsis*) зафиксированы в пыльцевых спектрах из этого интервала, причем первый из них иногда в значительном количестве [11]. Для интервала было предложено рабочее название *безбуковый горизонт*.

Довольно детально указанный формальный стратон изучен нами [15] на базе разреза, вскрытого в Нежинском угольном карьере на юге Приморья (рис. 1). Здесь с ним связаны два пласта бурого угля *Нижний* и *Верхний*, являющиеся объектом промышленной эксплуатации. Из алевролитов междупластия и надугольной пачки нами получен комплекс растений, включающий представителей 35 видов из 20 родов, относящихся к 10 семействам. Таксономический состав фитокомплекса приведен в [15], а изображения макрофоссилий – там же [15, рис. 6] и в [14, табл. 19, 20]. В обоих комплексах макроостатки бука не обнаружены, а в пыльцевых спектрах бук представлен в градации *нет-единично*. Комплексы датированы нами поздним олигоценом. Выше по разрезу с признаками стратиграфического перерыва залегают галечники, туфоалевролиты, туффиты с маломощными пропластками бурого угля, слагающие нежинскую толщу. В полученном из нее комплексе растений обнаружены листья бука, относящиеся к двум видам, а в спорово-пыльцевых спектрах – пыльца бука (два вида) в количестве до 13 %.

В оценке третичного комплекса Павловского угольного поля (Южное Приморье) до нашей публикации [12] преобладала точка зрения об его исключительно миоценовом возрасте, кроме галечников суйфунской свиты, завершающих разрез [1]. Однако выяснилось, что миоцен здесь имеет ограниченное распространение, особенно в периферийной северо-восточной части Павловской впадины. Он представлен гравийниками и туфоалевролитами, залегающими с размывом на угленосной продуктивной толще, в частности на угольном пласте *Четвертый* [12, рис. 3, левая колонка]. На предварительной стадии изучения они сопоставлялись с позднемиоценовой усть-суйфунской свитой. Позднее анализ соответствующего комплекса растений из слоя туфоалевролитов, а также сравнение его с позднее полученным из «безбукового горизонта» Нежино позволил внести поправки в возраст надугольных отложений Павловки [15], но результаты анализа коллекции макрофоссилий из этого интервала (т. 9035) до сих пор не были опубликованы, включая фотоизображения растений.

Кроме того, получены новые данные по соседней Раковской депрессии, остававшейся своеобразным «белым пятном» в стратиграфической изученности кайнозоя региона. В обобщающей работе по

стратиграфии палеогена–неогена Приморья [14] данные по этой тектонической структуре не приведены. Поскольку в обеих названных впадинах присутствуют палеогеновые и неогеновые отложения, материалы по этим структурам логично привлечь для решения проблемы палеоген-неогеновой границы в регионе. Выводы основаны на фактическом материале, полученном по двум разрезам в Раковской депрессии (скв. 15 и т. 9209) и дополнительных данных по Павловскому угольному полю (скв. 20). Для целей корреляции использованы также разрезы по Нежинскому карьере (Пушкинская депрессия, т. 9180), а также по участку Восточный (т. 9026) и разрезной траншеи (т. 9035) Павловского угольного поля. Обработаны три коллекции макрофоссилий, включая нашу, ранее недоступную нам по участку Восточный (т. 9026), проанализировано 87 проб на спорово-пыльцевой анализ по разрезам третичных отложений Раковской депрессии. Результаты представлены в виде текстовых таблиц, спорово-пыльцевых диаграмм и фототаблиц макро- и микрофоссилий.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

##### Пушкинская впадина: угольный разрез Нежинский

Вопрос о границе между палеогеном и неогеном в пределах Пушкинской впадины рассматривался нами ранее [15] на базе геологического разреза, вскрытого в Нежинском угольном карьере (рис. 2, колонка I) и относительно полнее изученного. Предложено проводить границу между пачкой надугольных алевролитов с многочисленными макрофитофоссилиями и крепко сцементированными гравелистыми песчаниками с редкими листьями ив. На этом уровне фиксируется эрозионное несогласие (размыв), масштабы которого остаются неизвестными, однако, судя по отсутствию принципиальных различий между флористическими комплексами (ФК) 9180-1 и 9180-2, перерыв, скорее, непродолжительный; предположительно он соответствует основанию нижнего миоцена. Недостатком данного разреза является наличие мощной пачки галечников, в которой растительные остатки не обнаружены, а в подстилающем ее слое силицитизированных туфоалевролитов с обильным растительным детритом уже фиксируются листья бука (ФК 9180-2). Получить палинологический материал из этого интервала не удалось.

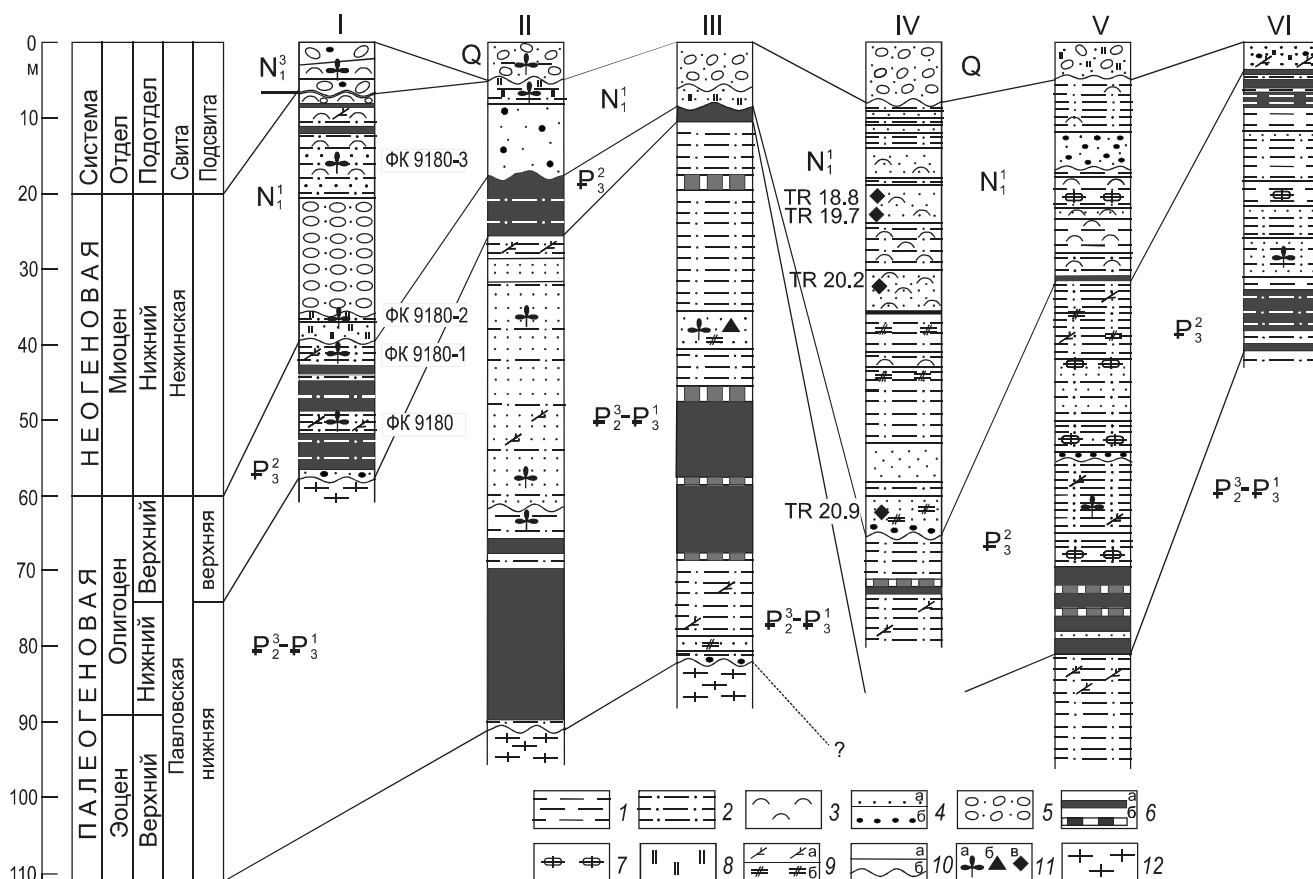
На уровне принятой границы наблюдается смена типа пород, вышележащие слои характеризуются постепенным нарастанием пирокластической составляющей, хотя первые очевидные следы пирокластики отмечаются в пачке алевролитов, венчающих олиго-

ценовую составляющую разреза. Связанный с ней ФК 9180-1 отличается весьма существенно от ФК 9180 (междупластие). В нем преобладают остатки бобовых, грабов и ильмов [15, табл. 1], иными словами, пачка алевролитов с ФК 9180-1 является в какой-то мере переходной. Она отнесена к олигоцену на основании отсутствия в ней макроостатков бука и минимальному участию его в спорово-пыльцевых спектрах. Пирокластика в ней подверглась интенсивной смектитизации и хлоритизации в отличие от таковой в миоценовой составляющей разреза. Согласно последним данным [21], в Западном Приморье эксплозивный вулканизм, сопровождавшийся формированием туфоогенно-осадочных образований, проявился начиная с позднего олигоцена и продолжался до позднего миоцена.

##### Павловское угольное поле: разрезная траншея и участок Восточный

В северо-восточной периферийной части Павловской депрессии миоцен представлен ограниченно, а в некоторых небольших впадинах-спутниках основной структуры он достоверно не установлен. В разрезе 9035 палеоген-неогеновая граница проведена нами по кровле угольного пласта *Четвертый* (рис. 2, колонка II). Здесь также фиксируется эрозионное несогласие. Миоценовая составляющая – укороченная, она включает (снизу) пачку гравийников и перекрывающие ее крепко сцементированные туфоалевролиты с обильным растительным детритом и отпечатками листьев. Собранная нами коллекция макрофоссилий невелика, она насчитывает всего 40 экземпляров отпечатков листьев. В ее составе определены *Cercidiphyllum crenatum* (Ung.) R. W. Brown, *Ulmus* sp., *Betula palaeoschmidtii* Pavlyutkin, *Alnus schmalhauseni* Grub., *Carpinus macrophylla* Pavlyutkin, *Juglans miocathayensis* Hu et Chaney, *Populus ustsuiifunensis* Pavlyutkin, *Populus zaisanica* Iljinskaja, *Styrax rarinervis* (Baik.) Pavlyutkin, *Spiraea* sp., *Acer monoides* Shap. Фотоизображения растений приведены на рис. 3. Все установленные виды, кроме *Spiraea* sp. и *Betula palaeoschmidtii*, – характерные элементы ФК 9180-2 Нежино, макроостатки буковых не обнаружены, впрочем они немногочисленны и в ФК 9180-2 – всего 8 на коллекцию в 520 экземпляров. В пыльцевых спектрах буковые также не обнаружены.

В западном секторе впадины мощность миоценовой составляющей нарастает. Так, в скв. 20 (рис. 1 здесь и рис. 16 в [14]) она достигает 65 м. Для формирующих ее пород (рис. 2, колонка IV) характерно обилие пирокластики и слабая, непромышленная угленосность; в ее подошве также фиксируется размыв. Для нее получена серия радиоизотопных дат



**Рис. 2.** Схема корреляции пограничных палеоген-неогеновых отложений юга Приморья.

1 – аргиллит; 2 – алевролит; 3 – тефра; 4 – песчаник (а), гравелит (б); 5 – галечник; 6 – уголь бурый (а), углистый аргиллит (б); 7 – сидеритовые макроконкрекции; 8 – силицитизация; 9 – растительный детрит углефицированный (а), древесины лигнитизированные (б); 10 – геологические контакты между слоями: согласные (а), несогласные – размывы (б); 11 – уровни сбора растительных остатков: листья (а), плоды и семена (б); радиоизотопные даты: TR – трековый метод, цифры – возраст, млн л. (в); 12 – докайнозойские образования.

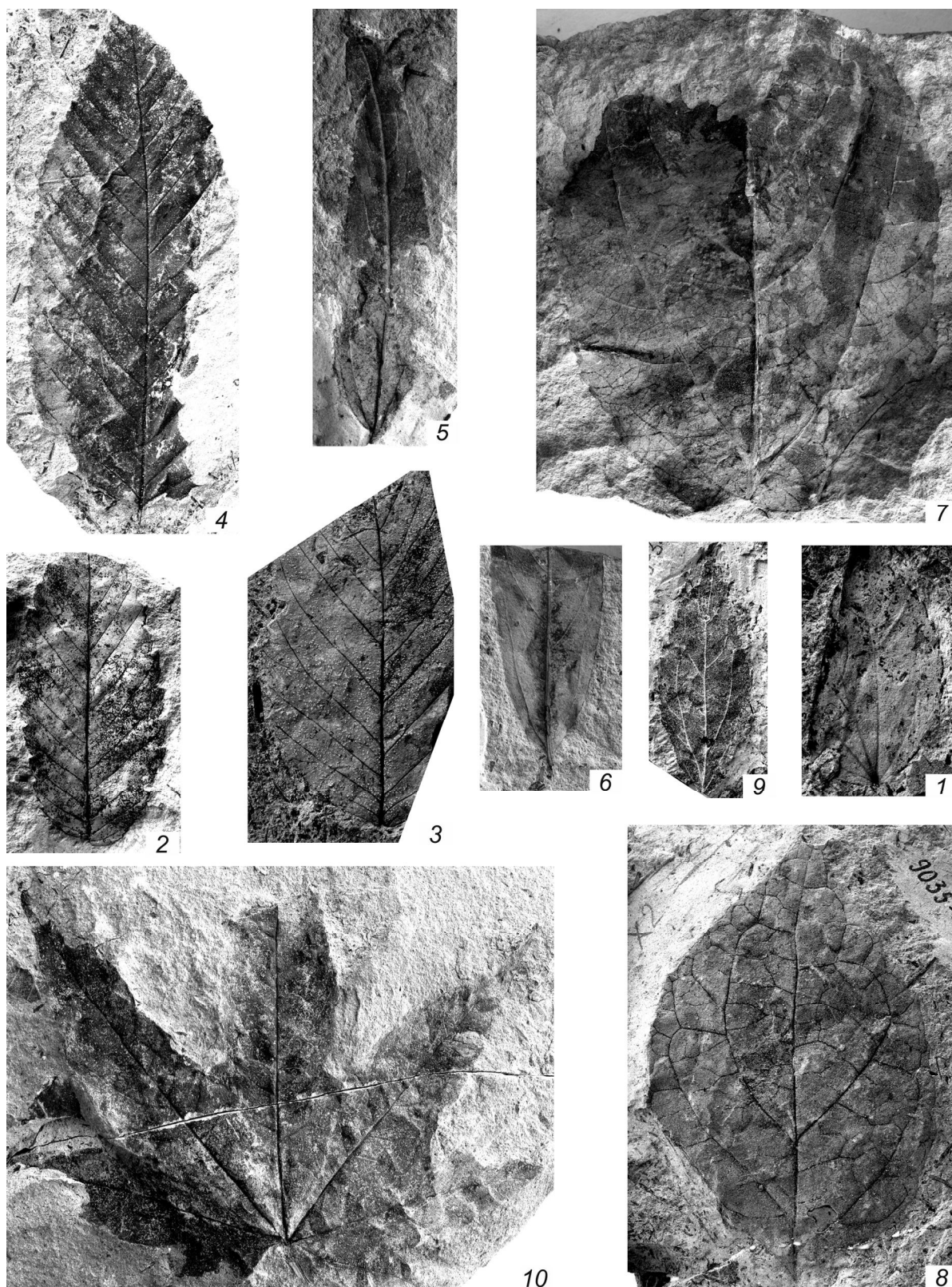
Разрезы: I – Пушкинская депрессия, Нежинский угольный разрез (т. 9180), II – Павловская депрессия (разрезная траншея, рабочий участок-1, т. 9035), III – Павловская депрессия, участок Восточный (т. 9026); IV – Павловская депрессия, центральная часть (скв. 20); V – Раковская депрессия (скв. 15); VI – Раковский угольный разрез (т. 9209).

Примечание: линии корреляции относятся только к кайнозойским отложениям.

(трековый метод), охватывающих интервал (снизу) от 20.9 до 18.8 млн л. [10]. В пыльцевых спектрах бук присутствует в количестве до 2.6 %, характерно также участие ряда термофильных растений (*Liquidambar*, *Moraceae*, *Engelhardtia*, *Nyssa*, *Reevesia*), что согласуется с полученными датировками, отвечающими первой половине бурдигала МСШ. На этот хроноинтервал приходится начало повышения температурного фона, более известного как климатический оптимум миоцена [27].

В пределах участка *Восточный* (рис. 1, т. 9026) к миоцену предположительно отнесена пачка крепко сцементированных песчаников и перекрывающих их галечников, залегающих с размывом на пласте угля (рис. 2, колонка III). Растительные остатки в ней не

обнаружены. Вся подстилающая толща с мощным угольным пластом в нижней части отвечает возрасту, как минимум, не моложе раннего олигоцена [9]. Полученный из нее спорово-пыльцевой комплекс – один из самых «теплых» среди известных в кайнозое Дальнего Востока. Помимо ряда родов, характеризующих современные субтропические флоры, он включает также набор формальных таксонов, постоянно отмечаемых в эоценовых (в меньшей мере в ранне-олигоценовых) палинофлорах из различных регионов Востока Азии. В коллекции карпологических остатков из слоя песчаника установлены семена одного из видов рода *Ficus* [9]. Показательно, что на территории Дальнего Востока России достоверные находки представителей этого рода (по листовым остаткам)



**Рис. 3.** Растения нежинской свиты (местонахождение 9035, Павловская депрессия).

1 – *Cercidiphyllum crenatum* (Ung.) R. W. Brown, обр. 9035/17; 2 – *Ulmus* sp., обр. 9035/4; 3 – *Betula palaeoschmidtii* Pavlyutkin, обр. 9035/22; 4 – *Carpinus macrophylla* Pavlyutkin, обр. 9035/33; 5, 6 – *Populus ustsuiifumensis* Pavlyutkin, обр. 9035/25, /27; 7 – *Populus zaisanica* Iljinskaja, обр. 9035/36; 8 – *Styrax rarinervis* (Baik.) Pavlyutkin, обр. 9035/37; 9 – *Spiraea* sp., обр. 9035/21; 10 – *Acer monoides* Shap, обр. 9035/35.

известны только из местонахождений райчихинской флоры – наиболее «теплой» среди известных третичных; возраст ее датируется эоценом, более вероятно, средним [20].

В собранной нами коллекции листовых отпечатков из слоя мелкозернистых песчаников с тонкими прослойками алевролита (т. 9026) установлены следующие растения: *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer, *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry, *Hamamelis kushiroensis* Tanai, *Fagopsis nipponica* Tanai, *Castanea fujiyamae* Tanai, *Castanopsis timensis* (Palib.) Пјинская, *Alnus subezoensis* Tanai, *Carpinus kushiroensis* Tanai, *Cyclocarya* sp. (*fructus*), «*Broussonetia*» *kamtschatica* (Fotjan.) Budants. et Fotjan. Фотоизображения растений приведены на рис. 4.

Все определенные растения, кроме *Metasequoia occidentalis* – вида, относящегося к категории так называемых транзитных, т. е. с широким стратиграфическим диапазоном, характеризуют позднеэоценовые и раннеолигоценовые флоры Японии [24, 25], Приморья [13, 16], Сахалина [7], Камчатки [3]. Палеоген-неогеновая граница проводится в разрезе 9026 предположительно по кровле верхнего угольного пласта.

Таким образом, палеоботанические данные указывают вполне определенно на наличие в третичном комплексе Павловского угольного поля как неогеновых, так и палеогеновых отложений, причем именно последние отличаются наибольшей угленасыщенностью.

#### **Раковская впадина: материалы бурения и угольный разрез Раковский**

Известные до наших исследований геологические данные по кайнозою Раковской впадины получены исключительно за счет буровых работ, связанных с поисками и разведкой месторождений угля и подземных вод. Стратиграфическое расчленение общего разреза кайнозою до наших исследований основывалось главным образом на отрывочных палинологических данных, фигурирующих в производственных отчетах о геолого-съёмочных работах в 1960-х годах с выводами, устаревшими на сегодня. Более полная информация по палинологии третичных отложений Раковской впадины опубликована позднее [4]. Впрочем, и здесь геологическая привязка полученных спорово-пыльцевых комплексов (определения И. Б. Мамонтовой, скв. 46, без ссылки на источник информации) приведена в весьма общей форме без необходимой детализации и указания интервалов отбора проб, что не позволяет оценить корректность сделанных выводов.

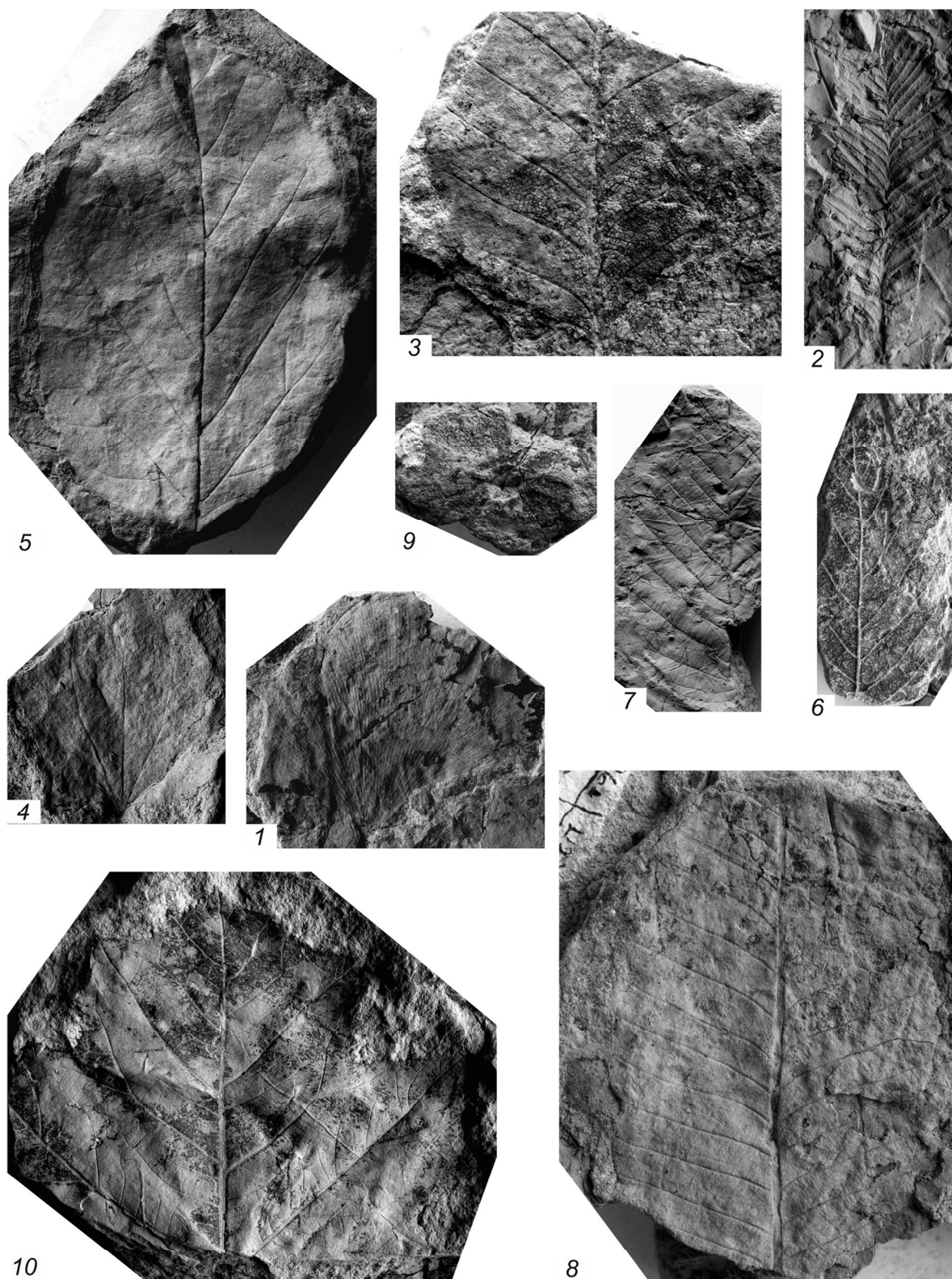
В первой половине 1990-х годов мы уже затрагивали проблему стратиграфии третичных отложений

Раковской впадины [11]. Однако выводы, основанные на палеоботанических данных, не были подкреплены иллюстративным материалом, что также снижает их доказательность. В последующее время в связи с вводом в эксплуатацию Раковского угольного разреза нами проведено дополнительное геологическое изучение верхней составляющей третичного комплекса пород, выполняющих впадину. Оно сопровождалось палеоботаническими исследованиями, включавшими анализ микро- и макрофоссилий. В плане решения задачи маркирования палеоген-неогеновой границы нами привлечены данные, известные по буровым работам (скв. 15) и, естественно, по угольному разрезу *Раковский* (т. 9209), временно законсервированному. Результаты палинологического изучения разреза, вскрытого при бурении скв. 15\* (рис. 2, колонка V), отражены в спорово-пыльцевой диаграмме (рис. 5). В разрезе довольно четко выражены три интервала, им соответствуют три группы спектров, которые могут быть объединены в три спорово-пыльцевых комплекса (снизу).

СПК-1 (инт. 142–107 м) характеризуется явным преобладанием покрытосеменных (до 90 % в отдельных пробах) при скромном участии голосеменных и споровых растений. Наиболее значимым для него является постоянное присутствие *Quercus graciliformis* Boitz., *Q. gracilis* Boitz., *Q. conferta* Boitz., *Quercites sparsus* (Mart.) Samoil., а также пыльцы из группы формальных родов *Triatriopollenites*, *Tricolpopollenites*, *Triporopollenites*. Постоянно отмечается пыльца термофильных родов из семейств *Hamamelidaceae*, *Sterculiaceae*, *Loranthaceae*, а также платана, кастанописса, ниссы, энгельгардтии, причем содержание их увеличивается к основанию интервала. Приведенные таксоны – типичные элементы палеоценовых и эоценовых палинофлор различных регионов Азии, включая Приморье, гораздо реже они отмечаются во флорах раннего олигоцена (рюпель) и почти исчезают к рубежу ранний/поздний олигоцен. Показательно также присутствие пыльцы бука, представленного пятью морфологически обособленными видами с общим содержанием до 20 %. Данный интервал (на колонке он показан как неполный, рис. 2) отнесен к уровню позднего эоцена–раннего олигоцена.

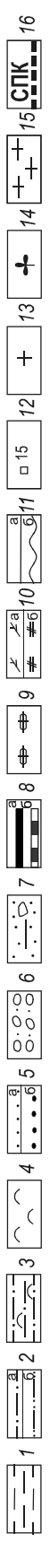
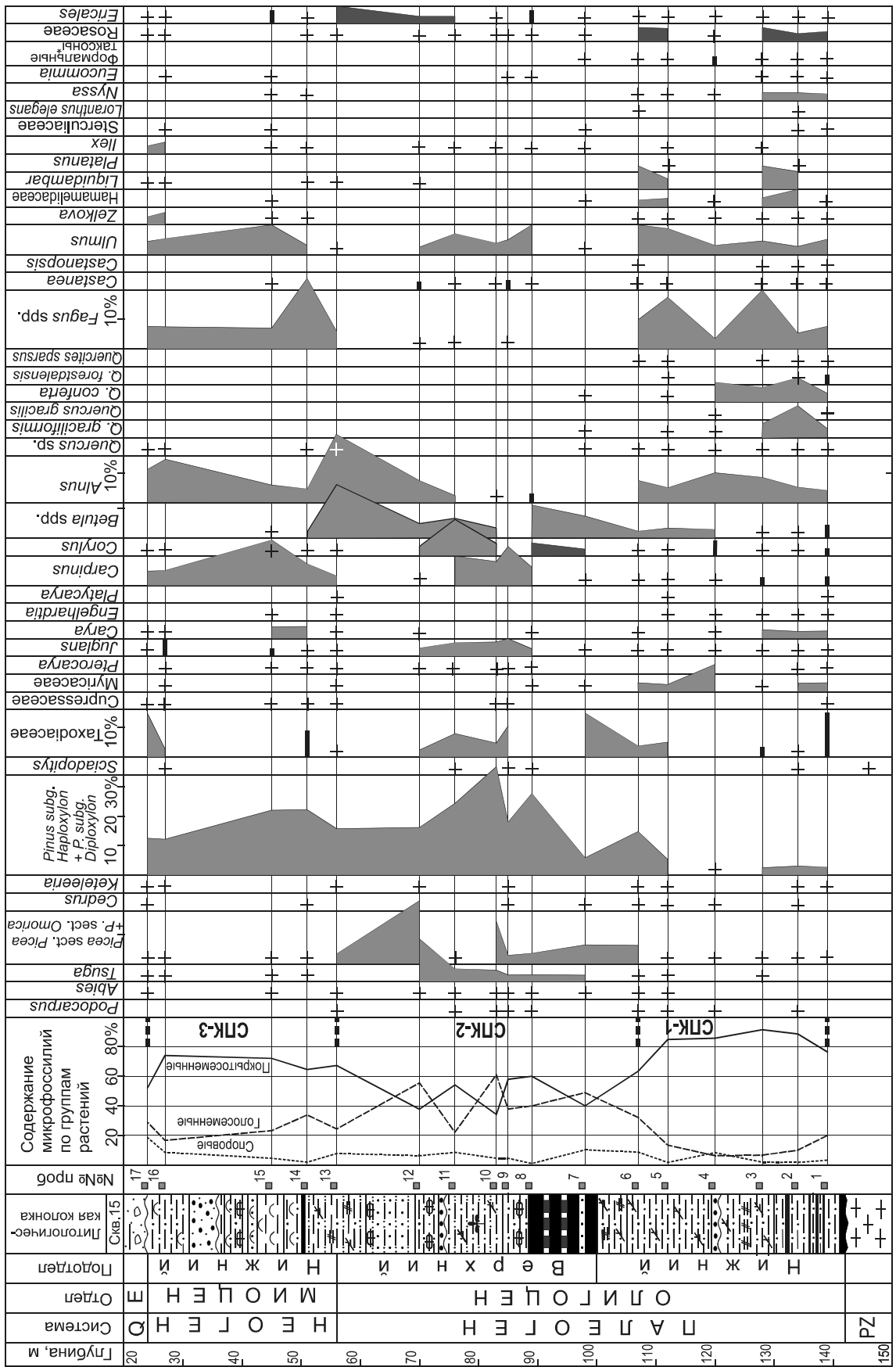
В литологическом отношении интервал характеризуется преобладанием коричнево-серых алевролитов с раковистоподобным изломом, растительным детритом и остатками лигнитизированной древесины.

\*Самусенко А.Н. и др. Результаты детальных поисков подземных вод в пределах Ивановского артезианского бассейна. 1989 г. (переописание керн выполнено первым автором данной статьи).



**Рис. 4.** Растения нижней подсвиты павловской свиты (местонахождение 9026, Павловская депрессия, участок Восточный).

1 – *Ginkgo adiantoides* (Ung.) Heer, обр. 9026/149; 2 – *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, обр. 9026/24; 3 – *Castanopsis timensis* (Palib.) Iljinskaja, обр. 9026/157; 4 – *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry, обр. 9026/16; 5 – *Hamamelis kushiroensis* Tanai, обр. 9026/121; 6 – *Alnus subezoensis* Tanai, обр. 9026/24; 7 – *Carpinus kushiroensis* Tanai, обр. 9026/5; 8 – *Fagopsis nipponica* Tanai, обр. 9026/127; 9 – *Cyclocarya* sp. (*fructus*), обр. 9026/75; 10 – «*Broussonetia*» *kamtschatica* (Fotjan.) Budants. et Fotjan., обр. 9026/20.





СПК-2 (инт. 107–56 м) характеризуется примерно равным содержанием пыльцы голосеменных и покрытосеменных при возросшей роли споровых растений (до 10 %). В группе голосеменных доминируют сосновые, включая темнохвойные элементы (*Picea*, *Tsuga*), среди покрытосеменных нарастает роль березовых (*Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Alnus*). Практически исчезают таксоны вышеприведенной группы (единично в отдельных пробах они еще отмечаются в нижней части интервала), участие бука оценивается в рамках *единично–нет*. Все это указывает на прогрессирующее ухудшение климата и нарастание контрастности в тепло- и влагообеспеченности по сезонам года.

В пачке алевролитов над угольным пластом в процессе переописания керна собраны растительные остатки в виде отпечатков листьев. Р.С. Климова, которой была передана коллекция, указала на присутствие в ней видов из родов *Cercidiphyllum*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Betula*, *Carpinus*, *Pterocarya*, *Populus*, *Salix* [11]. Все установленные виды характеризуют теплоумеренные до умеренных флоры как позднего олигоцена, так и раннего миоцена Приморья, Кореи, Японии (Хоккайдо, Северный Хонсю). Возраст указанного интервала, включая пласт угля с пропластками углистого алевролита в нижней его части, мы датировем поздним олигоценом.

В литологическом отношении для данного интервала, соответствующего «безбуковому горизонту», характерна частая сменяемость по разрезу песчаников, алевролитов, обилие растительного детрита и лигнитизированных древесных остатков, сидеритовых микро- и макроконкреций. В основании залегает мощный (11 м) пласт бурого угля с несколькими породными прослоями.

СПК-3 (инт. 56–24 м) характеризуется устойчивым преобладанием в спектрах пыльцы покрытосеменных над голосеменными, хотя это преобладание уже не столь очевидно, как в СПК-1; роль споровых по-прежнему невысока (менее 10 %). Структура спорово-пыльцевых спектров восстанавливает в общих чертах облик, характерный для СПК-1, но состав спектров меняется весьма ощутимо. В них уже нет вышеупомянутых таксонов из рода *Quercus*, нет представителей формальных родов, отсутствуют

*Castanopsis*, *Platanus*, *Loranthus*, столь обычные для палеогена, сокращается участие гаммелидовых; в группе голосеменных сохраняется высокая роль сосен, отмечаемая для «безбукового горизонта». Самое показательное – это восстановление роли бука, но его видовое разнообразие существенно уменьшилось (два вида). В целом спорово-пыльцевые спектры приобретают явный миоценовый облик. Завершающие разрез галечники относятся к четвертичному аллювию р. Раковка.

В литологическом отношении для интервала характерно уменьшение роли сидеритовых конкреций (встречаются изредка), появление вулканической тефры, содержание которой нарастает к кровле интервала при одновременном почти полном отсутствии растительных остатков, и редукции угленосности. Перечисленные признаки указывают на смену восстановительной обстановки осадконакопления все более явно выраженной окислительной.

В целом для данного разреза (скв. 15) показательно отсутствие явных признаков продолжительных стратиграфических перерывов между тремя охарактеризованными выше интервалами. Не наблюдается также резких границ между ними как по литологическим, так и по палеоботаническим признакам. Следовательно, есть основания рассматривать данный разрез как условно непрерывный и использовать его для маркирования палеоген-неогеновой границы, которую мы предлагаем проводить в интервале 55–60 м. Более точное ее положение определить пока проблематично в первую очередь по причине значительных пробелов, возникших из-за слабой наполненности микрофоссилиями проб из пограничного интервала. Кроме того, как уже отмечено в начале, в континентальных отложениях, слабоконтрастных в литологическом отношении и слабонасыщенных палеонтологическими остатками, решение задачи точного трассирования высокоранговых границ (концепция так называемых золотых гвоздей) на сегодня вообще нереально.

С целью более детального изучения пограничного интервала мы использовали разрез, вскрытый карьером на Раковском участке (т. 9209). Слагающие его породы (рис. 2, колонка VI) детально опробованы

**Рис. 5.** Диаграмма распределения спор и пыльцы в разрезе, вскрытом скважиной 15 (Раковская депрессия).

1 – аргиллит; 2 – алевролит (а), алевропесчаник (б); 3 – туфоалевролит; 4 – тефра; 5 – песчаник (а), гравелит (б); 6 – галечник; 7 – галька, гравий с супесчаным заполнением; 8 – уголь бурый (а), углистый аргиллит (б); 9 – сидеритовые макроконкреции; 10 – растительные остатки: детрит (а), древесины (б); 11 – границы между слоями: согласные (а), несогласные – размывы (б); 12 – уровни отбора проб для спорово-пыльцевого анализа; 13 – содержание микрофоссилий менее 1% от общего их учтенного количества в пробе, принятого за 100%; 14 – макрофитофоссилии (остатки листьев) 15 – докайнозойские образования; 16 – спорово-пыльцевые комплексы и границы соответствующих интервалов разреза.

на спорово-пыльцевой анализ, из нижней части разреза собрана коллекция макрофитофоссилий. Разрез представляет особый интерес, поскольку он единственный, где можно наблюдать как облик пород, так и взаимоотношения слоев на значительном протяжении в отличие от ограниченной информации, получаемой при бурении. Кроме того, термин *безбуквый горизонт* носит статус временного, рабочего названия. Не исключено, что в дальнейшем соответствующему стратону будет придан официальный ранг толщи или свиты, и тогда встанет вопрос об его типификации и выборе стратотипа. Напомним, что Раковский карьер временно выведен из эксплуатации, и уже к настоящему времени доступ к разрезу для повторных наблюдений затруднен по естественным причинам. Такие карьеры быстро заполняются подземными водами, и на их месте возникают озера. Поэтому мы считаем необходимым опубликовать послойное описание разреза, исходя из требований и рекомендаций Стратиграфического кодекса к новым стратиграфическим подразделениям [19].

Координаты разреза Раковка (т. 9209) – 43°54'59" с. ш., 132°05'35" в. д.

Мощность, м

На коричнево-серых алевролитах залегает пласт бурого угля с четырьмя прослоями алевролита светло-коричневого, нижний мощностью 1.5 м, остальные три – по 0.1 м.....7.8

Аргиллит табачно-зеленый, распадающийся при длительном экспонировании на мелкую остроугольную щебенку.....1.7

Пачка тонкого переслаивания аргиллитов буровато-серых и алевролитов светло-серых с линзами мелкозернистого песчаника, насыщенного лигнитизированными древесными остатками и углефицированным детритом; в песчаниковых линзах многочисленные остатки листьев.....5.0

Пачка переслаивания аргиллитов шоколадно-коричневых и алевролитов светло-серых, в кровле – слой серого мелкозернистого песчаника.....3.7

Аргиллит коричневый с макроконкрециями сидеритизированного песчаника.....3.1

Алевролит коричнево-серый.....6.4

Аргиллит коричневый с прослоями аргиллита бурого.....3.1

Пласт угля бурого с двумя прослоями углистого аргиллита.....2.0

Аргиллит коричневый.....0.5

Углистая крошка.....1.2

Алевролит зеленовато-серый.....0.6

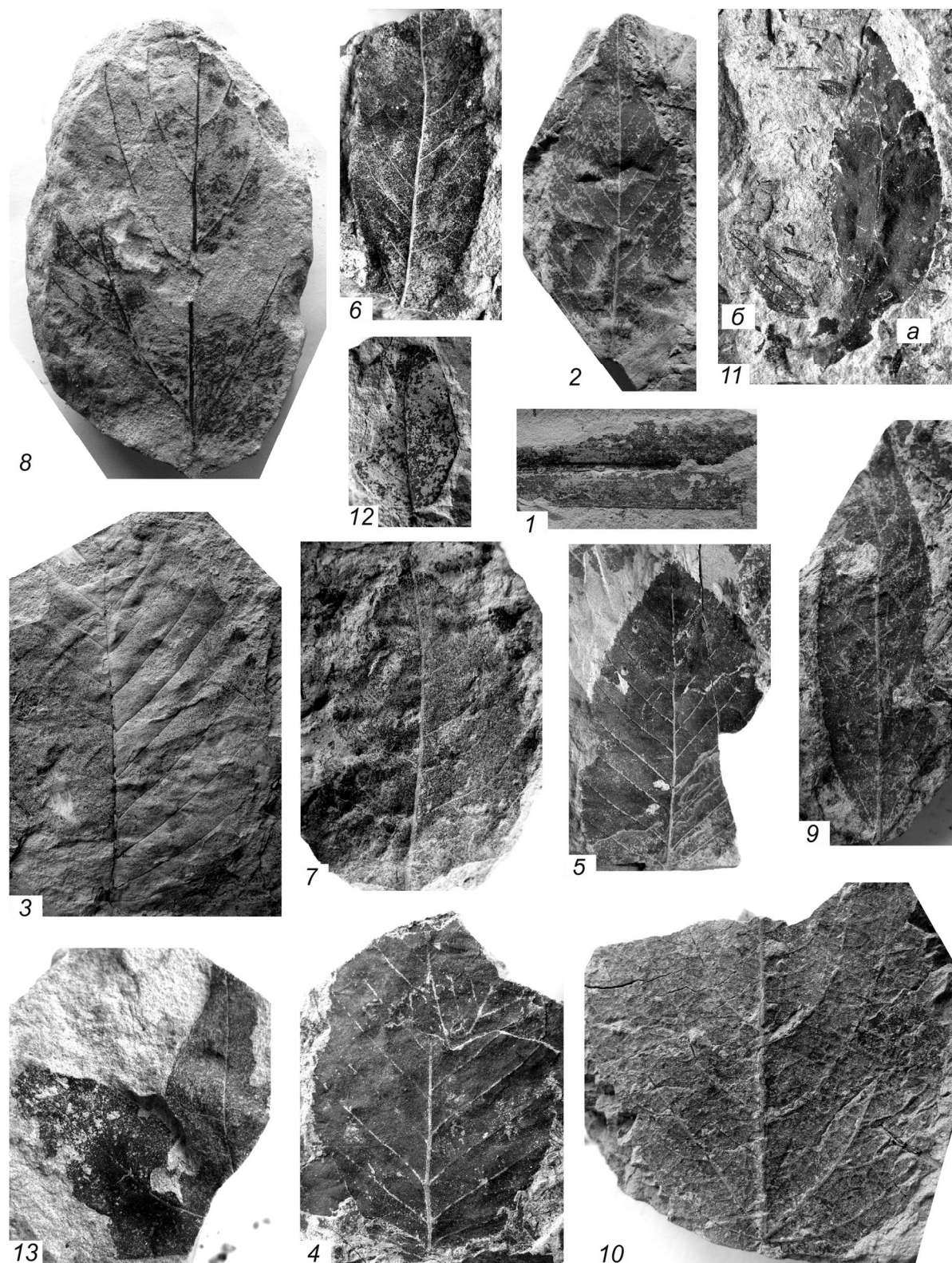
Углистая крошка с породным заполнением, рыхлая.....0.7

Песчаник гравелистый светло-желтый, крепко сцементированный, с охристыми разводами, с фоссилизованным растительным детритом в основании .....3.2

Общая мощность – 39.0 м

Из песчаниковых линз слоя 3 собрана коллекция листовых отпечатков, насчитывающая 96 экземпляров. Поскольку песчаник рыхловатый, добыть из него отпечатки удовлетворительной сохранности весьма сложно. Этим объясняется ограниченность коллекции, несмотря на обилие листьев в породе, а также их плохая сохранность. Листовая ткань углефицирована, сами листья легко отслаиваются от вмещающей породы и распадаются на отдельные фрагменты. Тем не менее, это первый проиллюстрированный палеоботанический материал по Раковской депрессии (рис. 6). Можно предположить, что вышеизложенное послужило причиной отсутствия иллюстраций при опубликованных ранее описаниях коллекций листовых отпечатков из аналогичных и, вероятно, одновозрастных отложений Павловки (отработанный участок Южный, данные А.Г. Аблаева [1] и Р.С. Климовой [6]).

Таксономический состав флористического комплекса (ФК 9209) приведен в таблице. Установлено присутствие 25 видов из 14 родов, входящих в 8 семейств. Значительная часть видов дана в открытой номенклатуре из-за низкой сохранности материала. ФК 9209 характеризуется абсолютным преобладанием двудольных цветковых растений, споровые не обнаружены, хвойные представлены единичными фрагментами листьев сосны, а однодольные – единственным фрагментом листа бамбука. В группе цветковых растений преобладают в видовом отношении и по количеству экземпляров представители семейств ильмовых, березовых, ореховых и ивовых. Наиболее обильны листья граба в сопровождении плодовых оберток, относящиеся к видам *Carpinus macrophylla* и *C. subintegerrima*. Возможно, листья и брактее в реальности могли принадлежать одному и тому же растению. Оба вида весьма характерны для нежинской флоры в типовом местонахождении [15, ФК 9180-1, -2, -3] и безбуквого горизонта (угленосная толща) – там же. Листья *Carpinus macrophylla* обнаружены и в ФК 9035 (см. выше). Из 4-х видов тополя 3 присутствуют в ФК 9180-2, 3, а *Populus jarmolenkoi* – в ФК 9180-1. Это в равной мере касается ильмов, кленов и бобовых. ФК 9209 при заметном сходстве с нежинской флорой отличается от нее абсолютно умеренным обликом, в нем не обнаружены такие роды, как *Liquidambar*, *Ailanthus*, *Meliosma*, *Davidia*, *Nyssa*, *Alanguim* и ряд других, характеризующие сравнительно термофильную флору Нежино. Весьма показательно и отсутствие в его составе бука. По таксономическому составу он в большей степени отвечает ФК 9180-1.



**Рис. 6.** Растения верхней подсвиты павловской свиты (местонахождение 9209, Раковская депрессия).

1 – *Sasa* sp., обр. 9209/92; 2 – *Ulmus suifunensis* Klimova, обр. 9209/6; 3 – *Betula sublutea* Tanai et N. Suz., обр. 9206/22; 4 – *Alnus schmalhauseni* Grub., обр. 9292/44; 5 – *Carpinus macrophylla* Pavlyutkin, обр. 9209/91; 6 – *Carya* sp., обр. 9209/50; 7 – *Juglans* sp., обр. 9209/64; 8 – *Populus zaisanica* Пјинская, обр. 9209/7; 9 – *Populus ustsuifunensis* Pavlyutkin, обр. 9209/83; 10 – *Populus jarmolenkoi* (Пјинская) Пјинская, обр. 9209/88; 11 – *Salix itelmensis* Cheleb., обр. 9209/49a, *Carpinus subintegerrima* Pavlyutkin (bractea), обр. 9209/49б; 12 – *Leguminosites* sp., обр. 9209/46; 13 – *Acer monoides* Shap., обр. 9209/81.

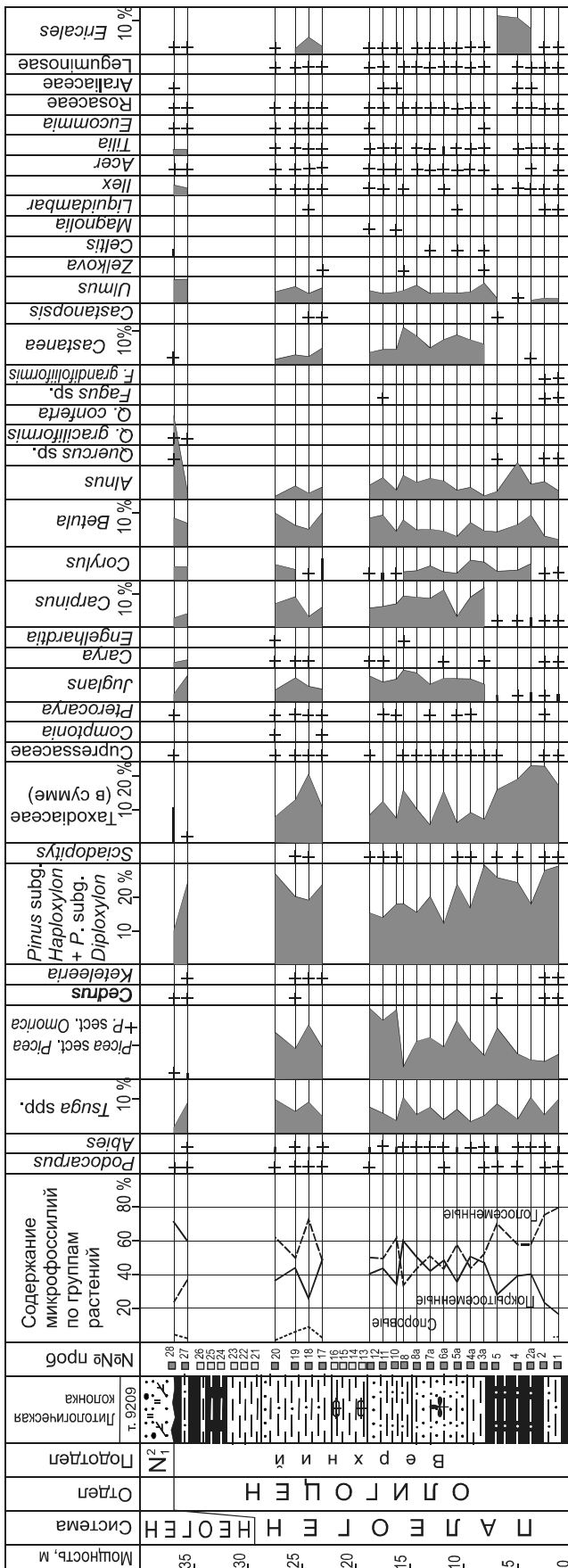


Таблица. Таксономический состав Раковской флоры (т. 9209).

Семейства	Видовые таксоны	Кол-во экз.
Роaceae	<i>Sasa</i> sp.	5
Pinaceae	Pinaceae gen. indet.	1
	<i>Pinus</i> sp.	1
Ulmaceae	<i>Ulmus suifunensis</i> Klimova	2
	<i>Ulmus drepanodonta</i> Grub.	4
	<i>Ulmus sekiensis</i> Huz. et Nishida	5
Betulaceae	<i>Betula sublutea</i> Tanai et N. Suz.	1
	<i>Betula palaeoschmidii</i> Pavlyutkin	3
	<i>Betula</i> sp.	5
	<i>Alnus schmalhauseni</i> Grub.	4
	<i>Carpinus macrophylla</i> Pavlyutkin	33
	<i>Carpinus subintegerrima</i> Pavlyutkin	3
	<i>Carpinus</i> sp. (bractea)	3
Juglandaceae	<i>Cyclocarya</i> sp.	2
	<i>Carya</i> sp.	2
	<i>Juglans</i> sp.	4
Salicaceae	<i>Populus zaisanica</i> Iljinskaja	2
	<i>Populus jarmolenkoi</i> Iljinskaja	1
	<i>Populus ustsuiunensis</i> Pavlyutkin	1
	<i>Populus suaveolens</i> Baik.	1
	<i>Salix itelmensis</i> Cheleb.	6
Leguminosae	<i>Leguminosites</i> sp-1	2
	<i>Leguminosites</i> sp-2	2
Aceraceae	<i>Acer monoides</i> Shap.	2
	<i>Acer</i> sp.	1

Примечание. Всего 8 семейств, 14 родов, 25 видов.

Флористический комплекс 9209 по составу отвечает так называемому тургайскому экологическому типу, в несколько обедненном варианте, возможно, из-за ограниченного объема коллекции. Он указывает на существование на юге Приморья в соответствующее время лесной мезофитной листопадной флоры.

Палинологические данные по разрезу (т. 9209) отражены на спорово-пыльцевой диаграмме (рис. 7). Состав спектров довольно однообразен, некоторые изменения проявлены лишь в основании разреза (слой 1), где степень участия голосеменных выше, чем покрытосеменных; в пробах из вышележащих слоев обе группы представлены в более или менее равной степени. Споры растений сравнительно немногочисленны (не более 5 %). В группе голосеменных преобладают сосновые (*Tsuga* – 5 видов, *Pi-*

Рис. 7. Диаграмма распределения спор и пыльцы верхней подсвиты павловской свиты (Раковская депрессия, т. 9209).

Условные обозначения см. на рис. 5.



Рис. 8. Споры и пыльца верхней подсвиты павловской свиты (Раковская депрессия, т. 9209, сл. 1 разреза).

1 – *Leiotriletes* sp.; 2 – *Sequoia* sp.; 3 – *Sciadopitys* sp.; 4 – *Hepaticaceae* gen. indet.; 5 – *Glyptostrobus* sp.; 6 – *Tsuga minima* Krutsch; 7 – *Picea* sect. *Omorica*; 8 – *Cedrus* sp.; 9 – *Abies* sp.; 10 – *Ephedra* sp.; 11 – *Tsuga* sp.; 12 – *Tsuga canadensis* (L.) Carr.; 13 – *Pinaceae* gen. indet.; 14 – *Larix* sp.; 15, 16 – *Podocarpus* sp.; 17 – *Pinus* subg. *Diploxylon*; 18 – *Pinus mirabilis* (Rudolph) Anan.; 19 – *Carya* sp.; 20, 21 – *Juglans* sp.; 22 – *Tilia* sp.; 23 – *Fagus* sp.; 24 – *Nelumbo* sp.; 25 – *Carpinus* sp.; 26 – *Acer* sp.; 27 – *Boisduvalia* sp.; 28 – *Ulmus* sp.; 29 – *Corylus* sp.; 30 – *Nyssa* sp.; 31 – *Alnus* sp.

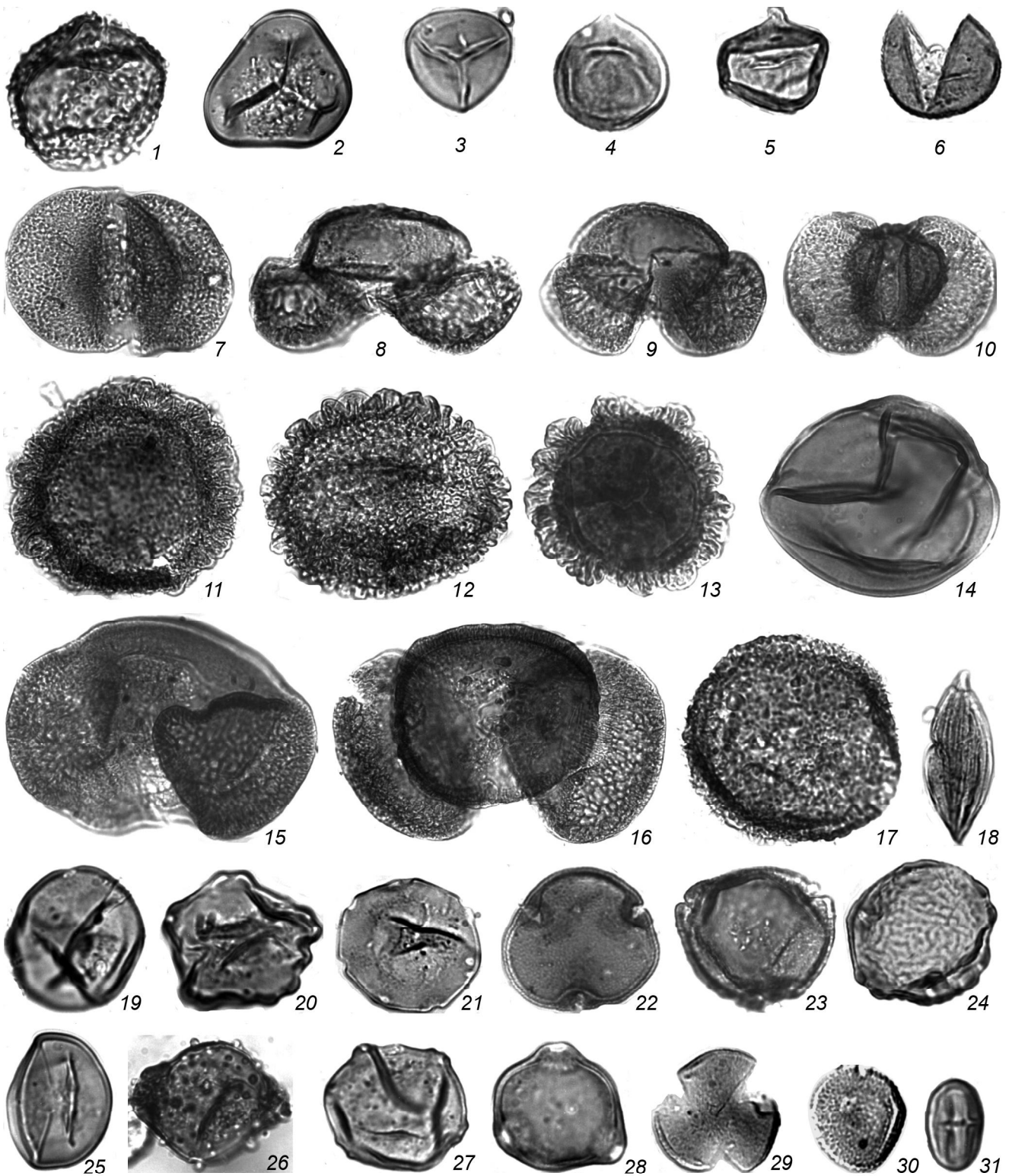


Рис. 9. Споры и пыльца верхней подсвиты павловской свиты (Раковская депрессия, т. 9209, сл. 6 разреза).

1 – *Osmunda* sp.; 2 – *Leiotriletes* sp.; 3 – *Sphagnum* sp.; 4 – *Taxodium* sp.; 5 – *Sequoia* sp.; 6 – *Taxodiaceae* gen. indet.; 7 – *Pinus mirabilis* (Rudolph) Anan.; 8, 9 – *Pinus* subg. *Diploxylon*; 10 – *Podocarpus* sp.; 11 – *Tsuga diversifolia* (Maxim.) Mast.; 12 – *Tsuga canadensis* (L.) Carr.; 13 – *Tsuga minima* Krutsch; 14 – *Larix* sp.; 15 – *Picea* sect. *Omorica*; 16 – *Abies* sp.; 17 – *Tsuga* sp.; 18 – *Glyptostrobus* sp.; 19 – *Carya* sp.; 20 – *Pterocarya* sp.; 21 – *Juglans* sp.; 22 – *Tilia* sp.; 23 – *Lonicera* sp.; 24 – *Ulmus* sp.; 25 – *Eucommia* sp.; 26 – *Boisduvalia* sp.; 27 – *Carpinus* sp.; 28 – *Myrica* sp.; 29 – *Acer* sp.; 30 – *Sparganium* sp.; 31 – *Castanea* sp.

*cea*, *Pinus*) и таксодиевые; покрытосеменные разнообразны, ведущая роль принадлежит березовым (*Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*), ореховым, ильмовым. Степень участия пыльцы бука ограничивается единичными экземплярами и то лишь в отдельных пробах, зато каштан присутствует постоянно в количестве до 10 %. Единично отмечается пыльца кастанопсиса – рода, местом обитания которого в настоящее время, как известно, являются горные леса субтропиков и тропиков. Возможно, в геологическом прошлом существовали формы, адаптированные к теплоумеренному климату, но позднее вымершие. Фотоизображения микрофоссилий из слоев 1 и 6 разреза 9209 приведены на рис. 8 и 9, соответственно. Что касается времени формирования безбукового горизонта как литологического стратона, то с учетом всего комплекса изложенных палеоботанических и радиоизотопных данных **поздний олигоцен** представляется наиболее вероятным.

Ранее мы касались возможной причины редукции рода *Fagus* в лесах позднего олигоцена на территории нынешнего Приморья [11]. Как известно, возможности существования буковых лесов лимитируются не столько температурным режимом, сколько наличием сезона с высокой сухостью воздуха. В нашем случае это связано с влиянием зимнего муссона, сформировавшегося над территорией нынешнего Восточного Забайкалья и Монголии уже к середине олигоцена [26]. В настоящее время бук в естественном состоянии не произрастает на территории юга Кореи и Китая (севернее хребта Циньлин) при наличии там каштана, тогда как на юго-западе Хоккайдо (южнее Саппоро) буковые леса распространены. Это объясняется слабым воздействием Сибирского зимнего муссона на территорию Японии из-за экранирующего эффекта Японского моря с его теплым Цусимским течением [23].

### Корреляция с другими районами

Имеющиеся данные о палеоген-неогеновой границе за пределами территории Приморья приведены нами ранее в [15]. Среди других районов Приморья интерес представляет синеутесовская свита, распространенная в одноименной впадине (рис. 1), ранее она считалась одновозрастной с выше рассмотренными разрезами Павловки [1, 6]. Анализ обширной коллекции макрофоссилий с разных уровней разреза синеутесовской свиты не позволил обнаружить в соответствующих ФК никаких признаков раннего олигоцена, тем более эоцена [14]. Нет их и в пыльцевых спектрах. Комплексы растений Синего Утеса и Нежино включают заметное количество общих видов, в том числе *Fagus evenensis* Cheleb., в пыльцевых

спектрах также присутствует бук. Однако они имеют и определенные различия, связанные, возможно, с иным гипсометрическим расположением разреза синеутесовской свиты (500–600 м) по сравнению с разрезами Нежино и Павловки (0–100 м). Вопрос о том, формировались ли оба стратона изначально на разных гипсометрических уровнях или различия возникли за счет поздних тектонических движений, остается открытым. Это затрудняет использование материалов по синеутесовской свите для решения вопроса о палеоген-неогеновой границе в регионе, по крайней мере до проведения более основательных исследований.

### ВЫВОДЫ

1. В Пушкинской впадине (т. 9180, угольный разрез Нежинский) палеоген-неогеновой границе отвечает стратиграфический перерыв и эрозионное несогласие, что делает этот разрез мало пригодным для маркирования этого рубежа.

2. В Павловской впадине (т. 9035, скв. 20) на указанную границу также приходится стратиграфический перерыв и несогласие эрозионного типа.

3. В Раковской впадине разрезы пограничных олигоцен-миоценовых отложений характеризуются отсутствием явно выраженных перерывов. Наиболее перспективным из них может считаться разрез по скв. 15, его можно рассматривать как наиболее подходящий для выбора стратотипа палеоген-неогеновой границы в регионе.

4. Разрез 9209 (Раковский угольный карьер) может рассматриваться как один из наиболее детально изученных, характеризующих верхний олигоцен (верхнюю подсвиту павловской свиты [14]).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ДВО РАН (проекты 15-И-2-070 и 15-И-2-042).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблаев А.Г. Геология и история флор побережий Японского моря. М.: Наука, 1978. 192 с.
2. Ахметьев М.А. Фитостратиграфия континентальных отложений палеогена и миоцена в субтропической Азии. М.: Наука, 1993. 143 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 475).
3. Буданцев Л.Ю. Позднеэоценовая флора Западной Камчатки. СПб.: Петро-РИФ, 1997. 108 с.
4. Варнавский В.Г., Седых А.К., Рыбалко В.И. Палеоген и неоген Приамурья и Приморья. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 184 с.
5. Климова Р.С. О возрасте стратотипов надеждинской и устьдавыдовской свит // Информ. сб. ПГУ. Владивосток, 1971. № 7. С. 38–40.
6. Климова Р.С. Миоценовая флора и фитостратиграфические горизонты Приморского края // Палеоботаника и фитостратиграфия Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 65–76.

7. Кодрул Т.М. Фитостратиграфия палеогена Южного Сахалина. М.: Наука, 1999. 150 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 519).
8. Кундышев А.С. О возрасте угловской, надеждинской и усть-давыдовской свит Южного Приморья в стратотипическом разрезе // Стратиграфия докембрия и фанерозоя Забайкалья и юга Дальнего Востока: Тез. докл. 4-го Дальневост. регион. стратигр. совещ. Хабаровск, 1990. С. 279–280
9. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Палеогеновые отложения мульды Восточной Павловского бурогольного месторождения // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 116–120.
10. Павлюткин Б.И., Ганзей С.С., Пушкарь В.С., Петренко Т.И. Палеоботаническая характеристика и радиометрическое датирование неогеновых отложений Южного Приморья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1, № 6. С. 40–47.
11. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия пограничных отложений олигоцена и миоцена в Приморье // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 6. С. 119–127.
12. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И., Чекрыжов И.Ю. Проблемы стратиграфии третичных отложений Павловского угольного поля (Приморье) // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24, № 6. С. 59–76.
13. Павлюткин Б.И. Усть-давыдовская свита – ключевой палеогеновый стратон Приморья // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 6. С. 78–92.
14. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 164 с.
15. Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Петренко Т.И. Стратиграфия пограничных олигоцен-миоценовых отложений Нежинского бурогольного месторождения (Приморье) и проблема палеоген-неогеновой границы в Приморье // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 4. С. 55–73.
16. Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Петренко Т.И. Геология и флоры нижнего олигоцена Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 236 с.
17. Решения Межведомственного совещания по выработке унифицированных стратиграфических схем для Дальнего Востока. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 51 с.
18. Решения 4-го Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (Хабаровск, 1990 г.). Хабаровск: ХГГПП, 1994. 124 с. (препр.)
19. Стратиграфический кодекс России (изд. третье): СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
20. Федотов В.В. Эоценовая флора Райчихи Амурской области. Л.: 1983. Ч. 1, 2. 287 с. (Деп. ВИНТИ № 2774-83).
21. Чекрыжов И.Ю. Роль вулканизма в процессах седиментации и угленакопления в кайнозойских впадинах Приморья: Материалы IV Всерос. симпози. по вулканологии и палеовулканологии. Т. 2. Петропавловск-Камчатский, 2009. С. 832–833.
22. Dai S., Chekryzhov I.Yu., Seredin V.V., Nechaev V.P., Wang X., Ward C.R., Hower J.C., Graham I.T., Ren D. Metalliferous coal deposits in East Asia (Primorye of Russia and South China): A review of geodynamic controls and styles of mineralization // Gondwana Res. 2016. V. 29. P. 60–82.
23. Pavlyutkin B.I., Yabe A., Golozubov V.V., Simanenko L.F. Miocene floral changes in the Circum-Japan Sea areas – Their implications in the climate changes and the time of Japan Sea opening // Mem. Natl. Mus. Sci., Tokyo. 2016. N 51. P. 109–123.
24. Tanai T. The revision of the so-called Cercidiphyllum leaves from the Paleogene of the North Japan // J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 4. 1981. V. 19, N 4. P. 451–484.
25. Tanai T. Fagaceous leaves from the Paleogene of Hokkaido, Japan // Bull. Natn. Mus., Tokyo. Ser. C. 1995. V. 21, N 3–4. P. 71–101.
26. Wang P.X. Progress in Late Cenozoic palaeoclimatology of China // Evolution of East Asian environments (1): Geol. and Palaeoclimatol. Proc. Inter. Conf. (Hong-Kong, 7-12 Jan. 1983). Hong-Kong, 1984. P. 165–187.
27. Zaches J., Pagani M., Thomas E., Billups K. Trends, rhythms, and aberrations in global clam. 65 Ma to present // Sci. 2001. V. 292. P. 686–693.

*Рекомендована к печати Л.И. Попеко*

***B.I. Pavlyutkin, T.I. Petrenko, I.Yu. Chekryzhov***

### **Paleogene-Neogene boundary in Primorye (Far East of Russia)**

The paper presents a complex geological and paleobotanical analysis of sedimentary rocks deposited at the Oligocene/Miocene boundary in South Primorye. A stratigraphic hiatus related to this boundary has been defined in the transitional complexes of the Pushkin and Pavlovka basins. In the sections of the Rakovka basin, no features of the hiatus have been found. Accordingly, this section, particularly the section of Drillhole 15 is suggested as a regional stratotype of the Paleogene-Neogene boundary. The earlier conclusion made on the attachment of the commercial lignite deposits in Primorye to Paleogene part of the Tertiary rock complex has been confirmed. The section drilled by the Rakovka open-pit mine is suggested as a stratotype of the upper Pavlovka Suite.

**Key words:** stratigraphy, Cenozoic, Paleogene-Neogene boundary, Primorye, Far East of Russia.