

## ГРАНИЦА МЕЖДУ ЭОЦЕНОМ И ОЛИГОЦЕНОМ В КАЙНОЗОЙСКОМ КОМПЛЕКСЕ В ПРИМОРЬЕ (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ)

*Б.И. Павлюткин, Т.И. Петренко, И.Ю. Чекрыжов, А.А. Чащин*

*ФБГУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр-т 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022; e-mail: pavlyutkin@fegi.ru*

Поступила в редакцию 17 августа 2021 г.

Проведен анализ разрезов верхнего эоцена–нижнего олигоцена в Приморье с целью выбора наиболее перспективного из них для маркирования эоцен-олигоценовой границы. Ее стратотипом предложено считать границу между хасанской и фаташинской свитами в кайнозойском комплексе Хасанской впадины. Выводы о возрасте свит, основанные на палеоботанических данных, контролируются радиоизотопными датировками по цирконам. Для нижних слоев хасанской свиты получена дата 38 млн лет в стратотипе (п-ов Посьет) и 37 млн лет в гипостратотипе (северный сектор впадины). Возраст подошвы фаташинской свиты ограничивается флорой Краскино с ее комплексом таксонов узкого стратиграфического диапазона. Аналоги этой флоры известны на сопредельных и удаленных территориях. Возраст соответствующих им отложений, по радиоизотопным данным, отвечает интервалу 31.4–33.6 млн лет.

**Ключевые слова:** стратиграфия, кайнозой, эоцен-олигоценовая граница, Приморье, Дальний Восток России.

### ВВЕДЕНИЕ

Маркирование границы между эоценом и олигоценом, как и других реперов того же ранга, относится к числу важнейших проблем общей стратиграфии кайнозоя при корректировке Международной стратиграфической шкалы (МСШ). Ей, в частности, посвящен Проект 174 МПГК (Международной программы геологической корреляции). На региональном уровне выяснение положения этой границы является одной из приоритетных задач при разработке региональных стратиграфических схем (РСС). Применительно к сводному разрезу кайнозоя для территории Приморского края (=Приморья) актуальность данной проблемы выходит за рамки региона, поскольку в Приморье находятся стратотипы большинства подразделений эоцена и олигоцена для всего континентального юга Дальнего Востока. На сегодня она еще пока далека от обоснованного решения. Отчасти это объясняется невозможностью прямой корреляции подразделений регионального кайнозойского комплекса (горизонтов) с глобальной зональной шкалой из-за отсутствия в нем морских отложений. Поэтому все ранее разработанные варианты РСС кайнозоя территории базируются почти исключительно на палеоботанических материалах, что ограничивает степень точности положения

границ между его основными подразделениями определенными допусками.

Цель данной работы заключается в комплексном анализе разрезов, пригодных для решения вопроса о положении границы между эоценом и олигоценом в кайнозойском комплексе в Приморье, и выборе наиболее представительного из них в качестве кандидата на роль ее стратотипа. В обобщающей работе по стратиграфии палеогена–неогена Приморья [20] эта тема специально не обсуждалась; к тому же за последующее время были получены новые палеонтологические и радиоизотопные данные, позволяющие внести изменения в интерпретацию разрезов в некоторых кайнозойских впадинах территории, традиционно привлекаемых при разработке РСС.

### ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Одна из характерных особенностей геологического строения территории Приморья – наличие многочисленных кайнозойских впадин, заложившихся на субстрате различного возраста от докембрия до позднего мела включительно (рис. 1). Несмотря на продолжительные исследования кайнозоя региона, разработка стратиграфии чехла впадин, в частности границ между основными подразделениями МСШ,

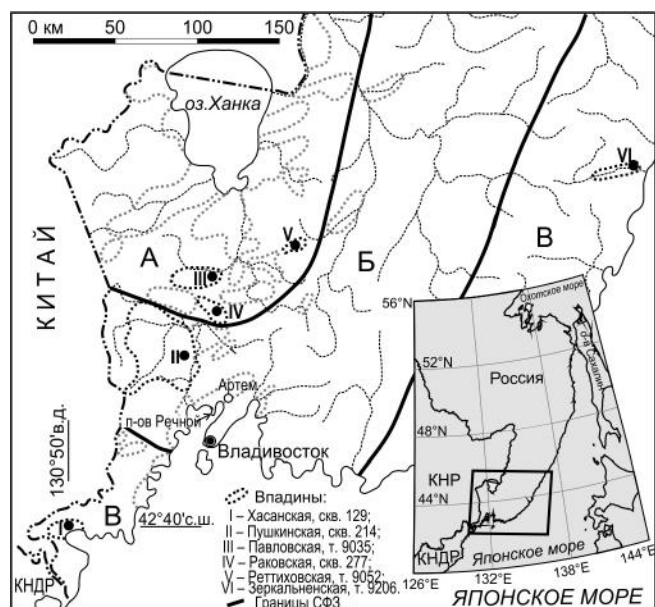


Рис. 1. Расположение изученных разрезов.

Структурно-формационные зоны: А – зона Ханкайского массива, Б – Западно-Сихотэ-Алинская зона, В – Восточно-Сихотэ-Алинская зона.

находится пока на начальном этапе становления. Это в полной мере проявляется и в отношении границы между эоценом и олигоценом. Традиционно, начиная с пионерных работ Г.М. Власова (1940-е годы), в изученных к тому времени разрезах кайнозоя ее предлагалось проводить внутри промышленно-угленосной угловской свиты, опорный разрез которой (стратотип, в современном понимании) находится на п-ове Речной вблизи г. Владивосток (рис. 1). Заметим, что в соответствующих производственных отчетах\*, как и в последующих публикациях, причины выбора именно этого варианта границы четко не обоснованы.

Возможно, это объясняется тем, что вывод о позднеэоцен-раннеолигоценовом возрасте угловской свиты базировался главным образом на находке остатков позвоночных животных в угленосной толще в районе города Артем (шахта 3-Ц), сопоставлявшейся с угловской свитой. Дополнительной причиной послужила корреляция вышележащей надеждинской свиты на п-ове Речной с олигоценом Хасанской впадины на юго-западе Приморья.

Несмотря на внешнюю убедительность такой корреляции, оба лежащих в ее основе постулата оказались ошибочными. Во-первых, никаких доказательств

одновозрастности угленосной толщи из окрестностей г. Артем с угловской свитой на п-ове Речной так и не было приведено – это всегда принималось в качестве аксиомы. Во-вторых, выяснилось, что туфоалевролитовая толща в Хасанской впадине и надеждинская свита на п-ове Речной – разновозрастные образования. Первая действительно отвечает раннему олигоцену [16, 21], вторая – более древнему, эоценовому уровню, согласно результатам изучения флоры усть-давыдовской свиты, венчающей на п-ове Речной разрез третичных отложений. Усть-давыдовская флора датируется поздним эоценом [6, 19], следовательно подстилающая надеждинская свита не может быть олигоценовой. Таким образом, разрез на п-ове Речной не пригоден для решения обсуждаемой проблемы из-за отсутствия в нем олигоценовой составляющей.

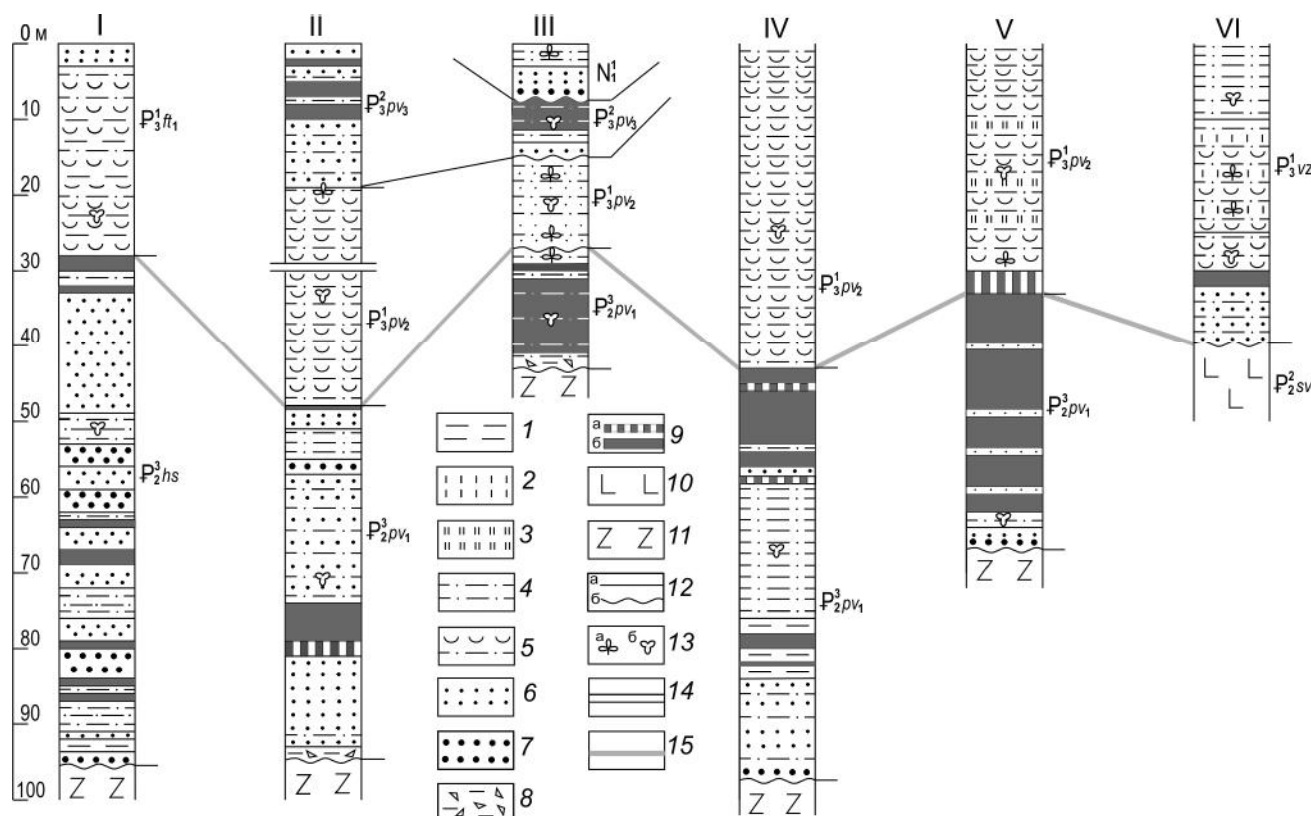
Выбор разреза в Нижнебикинской впадине на севере Приморья в качестве заменяющего для ее решения [24] также оказался неудачным, поскольку позднее было установлено, что возраст его верхней составляющей (=бикинской свиты) также соответствует позднему эоцену, согласно характеризующему свиту флористическому комплексу [4].

Ситуация с проблемой эоцен-олигоценовой границы еще более усложнилась по результатам изучения в 1970–80-х годах кайнозойского комплекса Павловского угольного поля на юге Приморья. Возраст его, ранее датированный поздним олигоценом–ранним миоценом, был омоложен. Сначала на одном из участков поля (мульда Южная) из него оказался исключенным олигоцен [1, 14]. Затем ревизия возраста распространилась на всю систему мульд поля, и только за маломощным глинисто-щебнистым базальным слоем сохранился позднеолигоценовый возраст [23].

Позднее была проведена ревизия возраста туфоалевролитовой толщи в Хасанской впадине, которую Г.М. Власов рассматривал как олигоценовую, опираясь на упомянутые палеофлористические исследования А.Н. Криштофовича [16]. Она, как и подстилающая ее угленосная хасанская свита, стали датироваться миоценом [2]. Еще раньше аналогичные изменения были применены к кайнозою Реттиховской впадины с похожим типом разреза [1, 13].

Таким образом, к началу 2000-х годов сложилась ситуация, при которой перспективы маркирования границы между эоценом и олигоценом в регионе оказались весьма проблематичными, поскольку был «утрачен» олигоцен. Это нашло свое отражение по отношению к Приморью в сводной работе по территории бывшего СССР в рамках упомянутого Международного проекта № 174 [10]. В ней автор соответствующего раздела принял за основу исходный вариант,

\*Власов Г.М. Геология и угленосность Хасанского бурогоугольного месторождения (1944 г.), Власов Г.М. Третичные отложения Сихотэ-Алиня (1949 г.).



**Рис. 2.** Схема корреляции пограничных эоцен-олигоценовых отложений в Приморье: I – Хасанская впадина, скв. 129, II – Пушкинская впадина, скв. 214, III – Павловская впадина, т. 9035, IV – Раковская впадина, скв. 277, V – Ретиховская впадина, т. 9052, VI – Зеркальненская впадина, т. 9206.

1 – аргиллит, 2 – опока, 3 – алевролит, 4 – туфоалевролит, 5 – туфодиаомит, 6 – песчаник, 7 – гравелит, 8 – дресва, щебень в глинистом заполнителе, 9 – углистый алевролит (а), уголь бурый (б), 10 – базальты, андезибазальты, 11 – докайнозойские породы, 12 – геологические границы между слоями: согласные (а), несогласные – размывы (б), 13 – типы органических остатков: листья (а), споры и пыльца (б), 14 – разрыв в колонке на участке однородного состава, 15 – маркер эоцен-олигоценовой границы.

предложенный Г.М. Власовым, согласно которому эоцен-олигоценовая граница приурочена к угленосной угловской свите на юге Приморья.

В предлагаемом нами варианте решения вопроса о границе между эоценом и олигоценом в кайнозойском комплексе в Приморье мы опирались на собственный фактический материал по приведенным разрезам (рис. 2), включающий изучение коллекций растительных макрофоссилий, результаты палинологического анализа и радиоизотопного датирования уран-свинцовым методом по цирконам, а также литологические данные. Кроме того подвергнуты обоснованной ревизии выводы по исследованиям, выполненным разными авторами в предыдущие годы.

#### АНАЛИЗ РАЗРЕЗОВ

Анализируемые ниже разрезy характеризуют геологическое строение позднего эоцена–раннего олигоцена во всех трех структурно-формационных зонах (СФЗ) А, Б, В, согласно схеме районирования

территории Приморского края по типу строения палеоген-неогенового комплекса [20].

#### Хасанская впадина

Кайнозойская Хасанская (=Краскинская) впадина находится на крайнем юго-западе территории Приморья (СФЗ – В). Ее общая характеристика неоднократно приводилась ранее в опубликованных работах [9, 18, 25]. Наиболее представительные разрезy кайнозойского комплекса приурочены к ее восточному сектору (рис. 3). Надо заметить, что почти все данные о кайнозое впадины получены по результатам бурения в рамках поисково-разведочных работ на уголь и подземные воды, проводившихся в 1970–80-е годы. Естественные обнажения главным образом вулканических пород отмечаются преимущественно вдоль морского побережья.

Бурением (скв. 116, 129) вскрыты разрезy двух свит, формирующих кайнозойский чехол впадины: нижней, угленосной – хасанской и верхней, безуголь-



**Рис. 3.** Схематическая геологическая карта восточного сектора Хасанской впадины.

*hs* – хасанская свита, *ft* – фаташинская свита с двумя подсвитами; 1 – докайнозойские образования (а), вулканы бимодальной серии (б); 2 – геологические точки (а), скважины (б); 3 – пункты: сбора растительных остатков (а), отбора проб для спорово-пыльцевого анализа (б); 4 – элементы анализа уран-свинцовым методом по циркону: индекс и возраст (1 – Ча-2772/1, 37.9 млн лет; 2 – Ча-2668/2, 38.6 млн лет; 3 – 1314, 40.3 млн лет).

ной – фаташинской с двумя подсвитами – туфоалевролитовой и алевролитопесчанниковой [20]. История стратона «фаташинская свита» рассмотрена в [21]. Граница между свитами не несет очевидных признаков стратиграфического перерыва. Это было установлено еще при ранних исследованиях Г.М. Власовым и позднее подтверждено бурением при разведочных работах на уголь. Вулканические образования, локально распространенные в восточном секторе впадины и более масштабно к востоку от нее в прибрежной полосе, не рассматриваются нами в составе стратифицированного комплекса по соображениям, изложенным в [20].

На рисунке 2 отображена колонка I (скв. 129), иллюстрирующая взаимоотношения хасанской и фаташинской свит и их литологический состав в переходном интервале. Ограниченные палинологические данные по хасанской свите (скв. 129) приведены ранее в [25]. Согласно палинологу Т.И. Демидовой, спорово-

пыльцевые спектры характеризуют интервал поздний эоцен–ранний олигоцен. Получить повторно более полные данные по переходному интервалу невозможно из-за утраты в 1990-е годы ядерного материала по скв. 129 и по другим скважинам, известным в пределах впадины. Это вынуждает нас обратиться к сводному разрезу из двух составляющих – процедуре, как известно, предусмотренной Стратиграфическим кодексом России для геологически закрытых районов [26].

Первая составляющая характеризует хасанскую свиту в ее стратотипе на п-ове Посьет, по данным бурения скв. 40. Вторая – представлена в карьерной выработке (т. 9182), вскрывающей нижнюю часть фаташинской свиты, прилегающую к зоне ее контакта с хасанской свитой. Сам контакт вскрыт при проходке ствола шахты Хасанская (200 м к югу от т. 9182), также закрытой в 1990-е годы. В соответствующих производственных отчетах зафиксировано отсутствие явных следов стратиграфического перерыва на границе двух свит. Вместе с тем, на этом уровне происходит резкое изменение литологического состава пород, отражающее смену обстановок осадконакопления. Условия речной долины с явными признаками заболачивания, преобладавшие при формировании хасанской свиты, сменяются режимом озерной седиментации, характерным для нижнефаташинской подсвиты. Зарождение озерного бассейна в северном секторе палеодолины связано, вероятно, с увлажнением климата. Смена обстановок осадконакопления не маркирована грубообломочным материалом в базальном слое озерных отложений.

Диаграмма распределения спор и пыльцы по сводному разрезу (скв. 40, т. 9182), построенная по нашим данным (рис. 4), иллюстрирует сходство структуры спорово-пыльцевых спектров обеих составляющих разреза. Для них характерно преобладание пыльцы покрытосеменных над голосеменными, несколько нарастающее в верхней составляющей разреза, при весьма незначительной роли споровых растений. Основу покрытосеменных составляют представители березовых, ореховых, буковых, ильмовых и розоцветных, группа голосеменных характеризуется доминированием сосновых и таксодиевых примерно в равных соотношениях. Среди споровых растений преобладают кочедыжниковые.

При переходе от хасанской свиты к фаташинской отмечается лишь снижение степени участия спор при незначительном возрастании роли буковых (преобладает пыльца буков), а также некоторых представителей гаммелидовых. В спектрах из обеих свит показательно присутствие ряда таксонов, характерных для палеогена различных районов Дальнего Востока

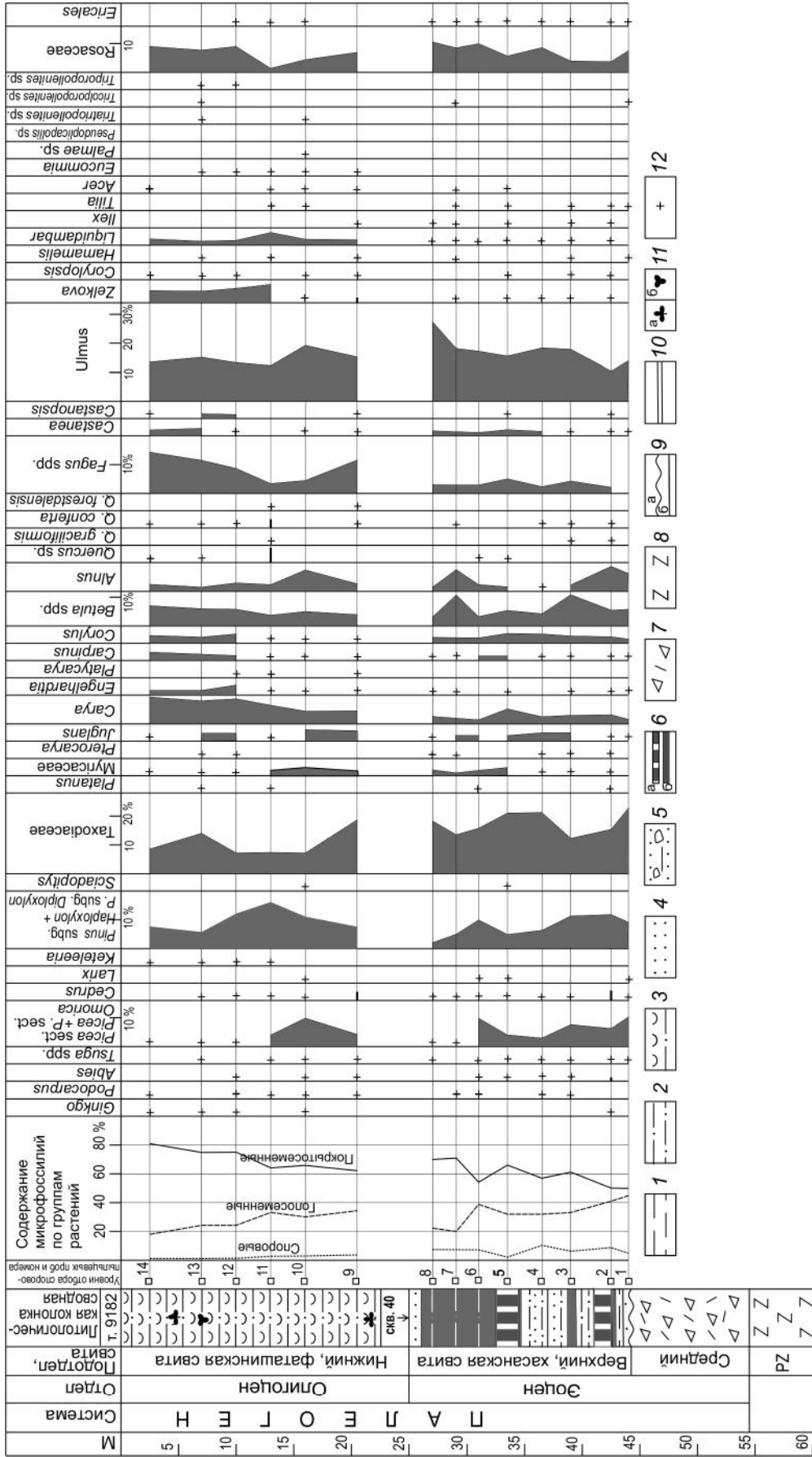


Рис. 4. Диаграмма распределения спор и пыльцы в эоцен-олигоценовых отложениях в Хасанской впадине (скв. 40, т. 9182, см. рис. 3).

Здесь и на рис. 9: 1 – аргиллит; 2 – алевролит; 3 – туфалевролит; 4 – песчаник; 5 – щебни в песчано-глинистом заполнении, 6 – углистый аргиллит (а), уголь бурый (б); 7 – туф алломератовый риадацитовый; 8 – докайнозойские породы; 9 – границы в колонке: эрозионные несогласия (а), согласные (б); 10 – разрыв в колонке; 11 – фитофоссилии: листовые остатки (а), споры и пыльца (б); 12 – содержание микрофоссилий в пробе < 1 % от общего количества, принимаемого за 100 %.

[7]. К ним относятся виды из родов *Ginkgo* – в голо-семенных, *Platanus*, *Engelhardtia*, *Quercus* (*Q. graciliformis* Boitz., *Q. conferta* Boitz., *Q. forestdalensis* Trav.), *Castanopsis*, *Fothergilla*, *Corylopsis*, а также виды из группы формальных таксонов *Pseudoplicapollis*, *Triatriopollenites*, *Tricolporopollenites*, *Tripoporopollenites* – в покрытосеменных. Единично отмечается пыльца теплолюбивых растений, не отраженных в диаграмме, таких как *Gleichenia*, *Cyathea* среди споровых и *Loranthus elegans* I. Kulk., *Elytranthe striatus* Couper, *Palmae* sp., *Pandanus* sp. – в покрытосеменных. Фотоизображения наиболее характерных стратиграфически значимых микрофоссилий приведены на рис. 5, 6.

Состав спорово-пыльцевых спектров указывает на существование смешанного хвойно-широколиственного леса и теплоумеренный с переходом к субтропическому климат во время формирования хасанской и фаташинской свит. Разумеется, состав растительных группировок в пределах аллювиальной равнины и на прилегающих горных склонах был весьма различен. На это указывают данные по изучению комплексов макрофоссилий из обеих свит.

В составе Хасанского флористического комплекса из бассейна р. Тесная (западный сектор впадины) [11, определения Р.С. Климовой] остатки споровых растений (*Equisetum arcticum* Heer, *Asplenium* sp.) единичны. Также единично отмечается *Ginkgo*. Комплекс характеризуется примерно равным численным участием хвойных и цветковых растений. В составе первых, согласно Р.С. Климовой, наиболее многочисленны остатки *Taxodium*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Taxus*. Вторые таксономически разнообразны (до 30 видов), но без явных доминантов, при этом *Trochodendroides* и *Platanus* отмечены единично. Также малым числом экземпляров (не более 5) представлены остальные роды цветковых. Следует отметить присутствие *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, *Corylopsis* sp., *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Alnus ezoensis* Tanai, *Populus lenaensis* Budants., *Grewiopsis* sp., *Ziziphus harutoriensis* Tanai, *Archeampelos acerifolia* McIver et Basinger (= *Acer arcticum* Heer), *Cordia japonica* Tanai.

Почти все перечисленные виды известны в хасанском комплексе с п-ова Посыет [18, рис. 5], в наших коллекциях из стратотипа и гипостратотипа сви-

ты (т. 9217, 12, рис. 7), а также в усть-давыдовской флоре п-ова Речной [19]. Эоценовый возраст хасанской флоры выглядит как достаточно обоснованный. Все перечисленные растения характерны, в частности, для угленосных эоценовых формаций о-ва Хоккайдо. Аргументы в пользу позднеэоценового возраста комплекса приведены ранее в [18].

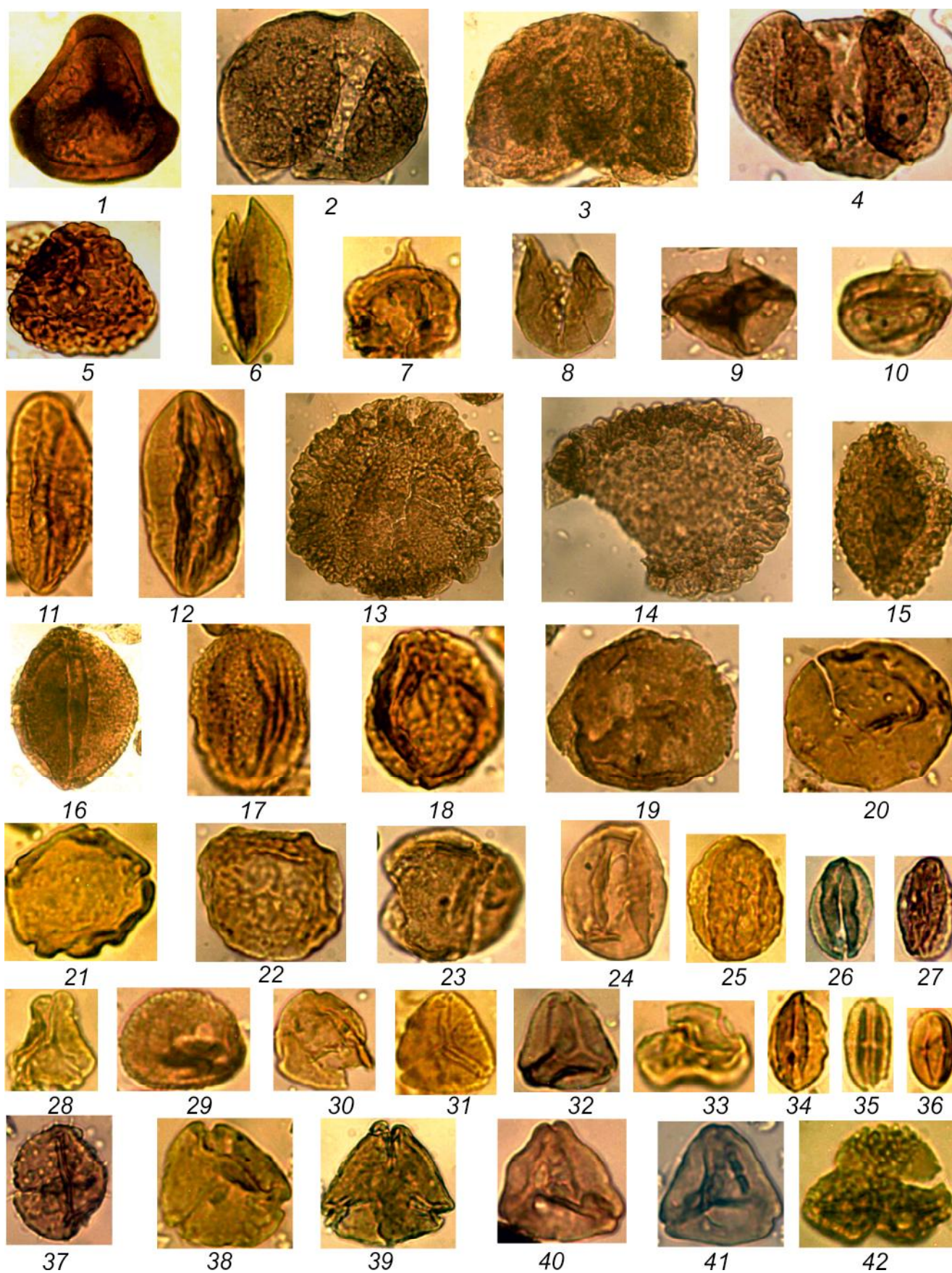
Комплекс растений из фаташинской свиты (флора Краскино, рис. 8) выглядит иначе [21]. В группе споровых отмечаются хвощевые, но не обнаружен *Equisetum arcticum*, столь характерный для палеоцена и эоцена Камчатки [8], Сахалина [15], Хоккайдо [37] и Приморья [36]. Нередки остатки листьев *Ginkgo*. Хвойные таксономически весьма разнообразны (более 15 родов), при этом в численном отношении абсолютно преобладают опадающие побеги *Metasequoia*, в меньшей степени – *Taxodium* и *Glyptostrobus*. Богато представлено семейство сосновых, почти незаметное в хасанском комплексе. Характерно присутствие хвойных южного распространения (*Torreya*, *Keteleeria*, *Pseudolarix*, *Cunninghamia*, *Taiwania*). Однако наиболее яркое отличие проявлено в обилии буковых и их аномальном таксономическом разнообразии (*Fagus*, *Fagopsis*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Lithocarpus*, *Cyclobalanopsis*, *Quercus* и предположительно *Nothofagus*). Особенно многочисленны остатки листьев бука (несколько видов), доминирующие в группе цветковых растений. Необычайно разнообразен в видовом отношении род *Quercus* (12 видов). Довольно существенно участие растений из родов, представленных в современной растительности субтропиков древесными и кустарниковыми вечнозелеными формами. К ним отнесены *Castanopsis*, *Lithocarpus*, *Cyclobalanopsis*, *Adinandra*, *Brucea*, *Buchanania*, *Meliosma*, *Ilex*, *Ziziphus* и ряд других [21].

Однако главная особенность флоры Краскино заключается в унаследовании ею ряда таксонов, характеризующих флору подстилающей хасанской свиты, эоценовый облик которой, как уже отмечено, достаточно очевиден. К таким таксонам относятся в первую очередь *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry, *Archeampelos acerifolia* McIver et Basinger – виды, нигде не известные выше рубежа ранний/поздний олигоцен. Далее показательно присутствие

**Рис. 5.** Споры и пыльца хасанской свиты (скв. 40, проба 40/5).

1 – *Lygodium* sp.; 2 – Pinaceae gen. indet.; 3 – *Cedrus* sp.; 4 – *Pinus* subg. *Diploxylon*; 5 – *Lophotriletes* sp.; 6 – *Glyptostrobus* sp.; 7 – *Metasequoia* sp.; 8 – *Sequoia* sp.; 9 – *Cryptomeria* sp.; 10 – *Taxodium* sp.; 11, 12 – *Ephedra* sp.; 13 – *Tsuga* cf. *canadensis* (L.) Carr.; 14 – *Tsuga* cf. *diversifolia* (Maxim.) Mast.; 15 – *Sciadopitys* sp.; 16 – *Nelumbo* sp.; 17 – *Sterculia* sp.; 18 – *Fagus grandifoliiformis* Panova; 19 – *Liquidambar* sp.; 20 – *Carya* sp.; 21 – *Pterocarya* sp.; 22 – *Zelkova* sp.; 23 – *Corylopsis* sp.; 24 – *Eucommia* sp.; 25 – *Quercus forestdalensis* Trav.; 26 – *Q. graciliformis* Boitz.; 27 – *Q. conferta* Boitz.; 28 – *Loranthus mirus* I. Kulk.; 29 – *Sparganium* sp.; 30 – *Engelhardtia* sp.; 31, 32 – Myrtaceae gen. indet.; 33 – *Platanus* sp.; 34, 35 – *Castanopsis* sp.; 36 – *Castanea* sp.; 37 – Icacinaceae gen. indet.; 38, 39 – *Nyssa* sp.; 40, 41 – *Pseudoplicapollis* sp.; 42 – *Ilex* sp.











*Platanus aculeata* Klimova, *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Fagopsis nipponica* Tanai, *Quercus ishikariensis* Tanai, *Alnus ezoensis* Tanai, *Craigia oregonensis* (Arnold) Kvaček, Bůžek et Manchester, *Chaneya tenuis* (Lesq.) Wang et Manchester, *Alchornea harutoriensis* (Oishi et Huz.) Tanai. Перечисленные таксоны известны в составе эоценовых флор Восточной Азии, включая болотнинскую и усть-давыдовскую на территории Приморья [3, 15, 19]. Однако ядро флоры Краскино формируют представители родов, характерных для более молодых комплексов так называемого тургайского экологического типа. На этом уровне впервые появляются ильмы, буки, тополя, близкородственные известным в составе позднеолигоценовых флор Приморья, разнообразные березовые и розоцветные.

Сходство палинофлор хасанской и фаташинской свиты, с одной стороны, и различие между комплексами макрофоссилий этих свит, с другой, по-видимому, связано с особенностями их формирования. Палинофлоры отражают обобщенный состав растительности территории, тогда как структура тафоценозов макроостатков определяется в первую очередь источниками поступления материала. В хасанском комплексе доминируют растения – обитатели широкой речной долины, в фаташинском же – преобладают остатки растений, привнесенные малыми реками с прилегающего к озеру с севера горного сооружения. Фаташинская флора с преобладанием сосновых, буковых, верескоцветных указывает на существование горного леса в обрамлении древнего озера.

### Пушкинская впадина

Пушкинская впадина – одна из наиболее крупных кайнозойских структур в Приморье (СФЗ – Б) – пространственно приурочена к долине р. Раздольная в ее нижнем течении (рис. 1). Основные данные по строению ее чехла получены при проведении поисково-разведочных работ на подземные воды. Наиболее полный разрез вскрыт в восточной части впадины при бурении скв. 214 (рис. 2, колонка II). В ней представлена эоцен-олигоценовая часть разреза (инт. 217–396 м). Вышезалегающие толщи в колонке не показаны.

В раннем варианте интерпретации [17] нижняя угленосная составляющая рассматривалась как ана-

лог угловской свиты Речного, вышележащая, сложенная преимущественно туфоалевролитами, сопоставлялась с туфоалевролитовой надеждинской свитой, а верхняя угленосная – с усть-давыдовской разреза на Речном. Такой вариант полностью укладывался в рамки «классической» схемы, разработанной Г.М. Власовым в 1940-е годы и принимаемой большинством геологов на протяжении последующих десятилетий.

В небольшом комплексе листовых остатков из кернов скв. 214 (толща туфоалевролитов) установлено присутствие известных из раннего олигоцена растений, таких как *Trochodendroides arctica* (= *Cocculus ezoensis* Tanai), *Quercus kushiroensis* Tanai, *Platanus aculeata* Klimova, *Alangium* sp. Все виды обнаружены в составе флоры Краскино. Это позволяет дать иную трактовку приведенного разреза по скв. 214, используя полученные позднее данные по стратиграфии палеогена–неогена Павловской впадины [20]. Обе его составляющие отвечают уровню павловской свиты (рис. 2, колонка III). Нижняя, угленосная часть соответствует верхнему эоцену (нижняя подсвита павловской свиты), верхняя, туфоалевролитовая – нижнему олигоцену (средняя подсвита павловской свиты).

Итак, переход от нижней угленосной составляющей разреза, вскрытого скв. 214, к туфоалевролитовой толще с наибольшей вероятностью соответствует границе между хасанской и фаташинской свитами в Хасанской впадине и рубежу эоцен/олигоцен, разумеется, как уже ранее отмечено, в пределах определенного допуска.

### Павловская впадина

Павловская депрессионная структура приурочена к низкой уплощенной водораздельной поверхности, разделяющей водосборные бассейны Уссури и Раздольной в Южном Приморье (СФЗ – А). Впадина имеет овальную форму, ориентированную длинной осью в субширотном направлении. В структурном плане она состоит из основной депрессии и обрамляющих ее с севера и востока малых мульд-спутников. Весьма вероятно, что в геологическом прошлом это был единый седиментационный бассейн, позднее разобщенный на отдельные составляющие за счет тектонических подвижек и денудационного среза. Разрезы палеогена в основной впадине и ее спутниках,

**Рис. 6.** Споры и пыльца фаташинской свиты (т. 9182).

1 – *Leiotriletes* sp.; 2 – *Cibotium* sp.; 3 – Taxodiaceae gen. indet.; 4 – *Sequoia* sp.; 5, 6 – *Taxodium* sp.; 7 – *Lophotriletes* sp.; 8 – *Lygodium* sp.; 9 – *Pinus mirabilis* (Rudolph) Anan.; 10 – *Pseudotsuga* sp.; 11 – *Picea* sp.; 12 – *Keteleeria* sp.; 13 – *Tsuga* cf. *diversifolia* (Maxim.) Mast.; 14 – *Ginkgo* sp.; 15 – *Glyptostrobus* sp.; 16 – *Araucaria* sp.; 17, 18 – *Cedrus* sp.; 19 – *Tsuga* cf. *canadensis* (L.) Carr.; 20 – *Fagus grandifoliiformis* Panova; 21 – *Fagus* sp.; 22 – *Liquidambar* sp.; 23 – *Zelkova* sp.; 24 – *Ulmus* sp.; 25 – *Comptonia* sp.; 26 – *Carya* sp.; 27 – *Juglans polyporata* Voic.; 28 – *Pterocarya* sp.; 29 – *Quercus* sp.; 30 – *Quercus forestdalensis* Trav.; 31 – *Celtis* sp.; 32, 33 – *Platanus* sp.; 34 – *Hamamelis* sp.; 35 – *Corylopsis* sp.; 36, 37 – *Engelhardtia* sp.; 38 – *Quercus* cf. *conferta* Boitz.; 39 – *Quercus graciliformis* Boitz.





отличаясь высокой угленасыщенностью, формируют угленосное подразделение, известное как Павловское угольное поле.

Павловская впадина отличается незначительной мощностью осадочного чехла, максимальной в западном секторе структуры. Там большая его часть сложена породами неогена. Мощность палеогеновой составляющей, объединенной в павловскую свиту, в большинстве изученных разрезов не превышает 100 м. Вопросы, связанные с появлением этого подразделения в «реестре» третичных стратонов территории, а также возраст, литологические особенности и состав флористических комплексов рассмотрены в [20], а изображения характерных фоссилий приведены в [36].

По литологическим и палеоботаническим признакам свита разделена на три подсвиты: нижнюю угленосную – верхний эоцен, безугольную алевролитопесчаниковую – нижний олигоцен и верхнюю угленосную – верхний олигоцен (рис. 2, колонка III) [20]. Обращено внимание на наличие перерывов и несогласий в палеогеновой части разреза. Несогласия относятся к эрозионному типу, по классификации В.Е. Хаина [27], а границы, маркирующие их, носят скрытый характер, обнаруживаясь только по резким изменениям в составе комплексов растительных остатков. Туфоалевролитовая составляющая в павловском разрезе (т. 9035) выражена нечетко, она представлена толщиной частого чередования туфоалевролитов и мелкозернистых песчаников с характерной для нее тонкой слоистостью.

Вследствие названных особенностей разреза 9035 он не может претендовать на роль типового для маркирования эоцен-олигоценной границы в регионе. Его можно рассматривать как дополняющий в ряду других. Границу между эоценом и олигоценом мы проводим в нем несколько выше основного угольного пласта *Первый*, по кровле слоя коричнево-серых туфоалевролитов с раковисто-скорлуповатой отдельностью [20, рис. 20]. В них нами обнаружены остатки листьев *Trochodendroides arctica*, преобладающих в коллекции. Такие же скопления листовых остатков, относимых к этому виду, обнаружены в кровле разреза усть-давыдовской свиты на Речном полуострове и в Шкотовской впадине [20]. Горизонт с преоблада-

нием *Trochodendroides arctica* мы предлагаем считать реперным в ранге «слои с...» при разделении эоцена и олигоцена в разрезах палеогена в регионе.

### Ракóвская впадина

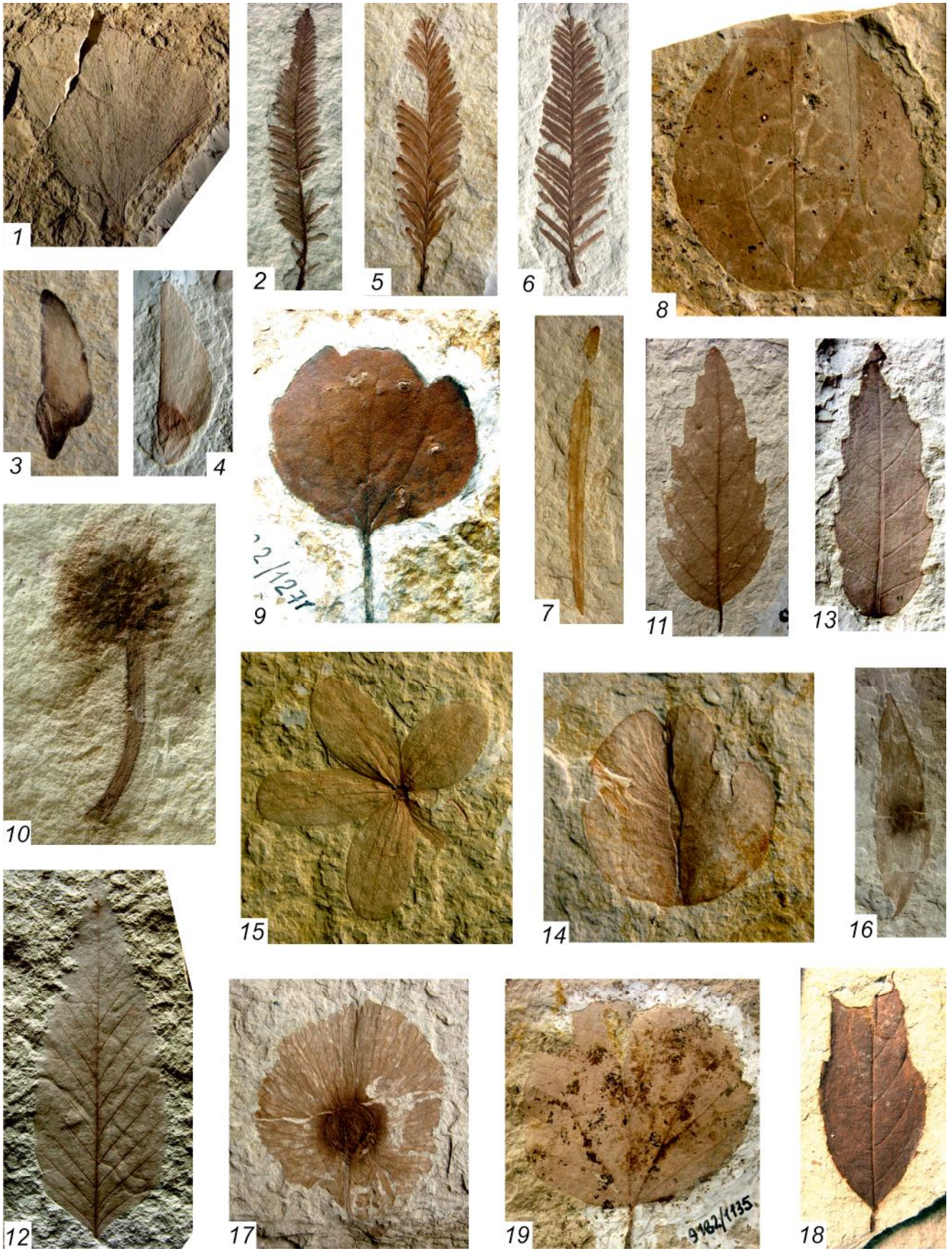
Ракóвская депрессионная морфоструктура относится к категории относительно слабо изученных прежде всего из-за полной геологической закрытости территории. Все известные данные получены при бурении в ходе поисково-разведочных работ на уголь. Палеогеновая составляющая разреза кайнозоя наиболее полно изучена по керну скв. 277 (рис. 2, колонка IV). В колонке отчетливо выражены две литологические толщи: нижняя – угленосная с несколькими пластами угля, базальным грубообломочным слоем в основании (54 м в сумме), подстилаемая палеозойскими гранитами, и верхняя – туфоалевролитовая, показанная в колонке неполной (75 м). Толщи близки по литологическому составу хасанской и фаташинской свитам Хасанской впадины.

Из диаграммы распределения спор и пыльцы по более полно показанному разрезу скв. 277 (рис. 9) следует, что в спектрах нижней угленосной и туфоалевролитовой толщ, кроме верхних слоев последней, стабильно преобладает пыльца покрытосеменных над голосеменными при незначительной роли спор, причем содержание последних снижается при переходе к туфоалевролитовой толще. В верхних слоях туфоалевролитовой толщи, переходных к верхнему олигоцену, соотношение голосеменных и покрытосеменных отличается нестабильностью. Хасанский и ракóвский разрезы по распределению спор и пыльцы в главном похожи между собой, но есть и различия. Так, преобладание пыльцы покрытосеменных над хвойными по разрезу скв. 277 выражено более отчетливо в сравнении с разрезами хасанской свиты. Далее, в группе покрытосеменных отмечается сокращение участия в спектрах ильмовых при увеличении содержания пыльцы дуба, включая виды, характерные для эоцена–раннего олигоцена. Возможно, эти различия второго порядка между ракóвским и хасанским разрезами связаны с нахождением их по разные стороны от регионального палеоводораздела, роль которого играл древний хребет Сихотэ-Алинь. Такое различие наблюдается и в настоящее время в

Рис. 7. Растения хасанской свиты (т. 12, 9217).

1 – *Equisetum arcticum* Heer, обр. 12/57, ×1.5; 2 – *Ginkgo* ex. gr. *adiantoides* (Ung.) Heer, обр. 9217/34; 3 – *Taxodium tinajorum* Heer, обр. 12/40, ×3; 4 – *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, обр. 12/29, ×2; 5 – *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, обр. 9217/6; 6 – *Hamamelis kushiroensis* Tanai, обр. 9217/7; 7 – *Liquidambar miosinica* Hu et Chaney, обр. 9217/36; 8 – *Ulmus auriculata* Pavlyutkin, обр. 9217/33; 9, 10 – *Zelkova kusiroensis* Oishi et Huz., обр. 12/23, ×2, 9217/22, ×1.5; 11 – *Fagus napanensis* Fotjan., обр. 9217/12; 12 – *Quercus stolbovii* Budants., обр. 9217/11; 13 – *Salix* sp., обр. 12/59, ×2; 14 – *Cordia japonica* Tanai, обр. 9217/39, ×1.5; 15 – *Archeampelos acerifolia* McIver et Basinger, обр. 9217/17.







распределении растительности на территории Приморья, оно отмечено еще первыми исследователями Уссурийского края.

По палинологическим и литологическим данным, нижняя, угленосная, толща (скв. 277) сравнивается нами (рис. 2) с хасанской свитой и нижнепавловской подсвитой (верхний эоцен), а туфоалевролитовая – с нижнефаташинской и среднепавловской подсвитами (нижний олигоцен). Состав макрофитофоссилий из обеих толщ раковского разреза остается неизвестным по причине отсутствия таковых, нет также возможности осуществить радиоизотопное датирование из-за утраты керн. Все это не позволяет рассматривать данный разрез как пригодный для выбора стратотипа границы между эоценом и олигоценом, он может служить только в качестве дополняющего.

### Реттиховская впадина

Реттиховская впадина (СФЗ – А), имеющая форму овала, слегка вытянутого в северо-восточном направлении и отличающегося небольшими размерами (немногим более 2 км<sup>2</sup>), состоит из двух переуглублений-мульд (Восточной и Западной), разделенных поднятием палеозойского фундамента. Мощность кайнозойского чехла, по материалам бурения, достигает 200 м. Более полные данные получены по мульде Восточная (т. 9052), с которой связана максимальная угленасыщенность и в которой велась добыча угля открытым способом (рис. 2, колонка V). В разрезе четко выделяются три толщи, как и в Раковской впадине (снизу): угленосная с базальной составляющей (5–45 м, песчаники, алевролиты, гравийники с примесью щебня) и мощным угольным пластом (до 40 м) в ее верхней части; надугольная, сложенная туфоалевролитами и туфодиазомитами с углистым сланцем в основании (до 45 м); верхняя, слабоугленосная толща (в колонке не показана). Признаков стратиграфического перерыва между угленосной и туфоалевролитовой толщами не обнаружено, напротив, наличие на контакте слоя углистого сланца с аморфной структурой, похожего на литифицированную гиттию, указывает на постепенное подтопление древнего торфяника.

Нами получены палинологические данные для всех составляющих разреза [20]. Они указывают на

сходство спорово-пыльцевых спектров двух нижних толщ. Для них характерно преобладание покрытосеменных над голосеменными (63.5–86.6/15.1–33.5 %) при незначительной роли споровых растений, в составе которых доминируют кочедыжниковые. Отмечаются единичные споры *Gleichenia*, *Leiotriletes*, *Cyathea*. В группе хвойных преобладает пыльца таксодиевых, сосновые уступают им в количественном отношении. Единично отмечается пыльца архаичных хвойных *Dacrydium*, *Araucaria*. Покрытосеменные характеризуются доминированием буковых: бук (4 вида – до 18.6 %), дубы, включая палеогеновые *Quercus gracilis*, *Q. graciliformis*, *Q. conferta*, а также *Quercites sparsus*, каштан – до 11.7 %, *Castanopsis* – единично. В спектрах заметно участие ореховых (*Cyclocarya* sp., *Engelhardtia quietus* (R. Pot.) Elsik.), мириковых, гаммелидовых (*Corylopsis* – до 5 %, *Hamamelis*, *Fothergilla*, *Disanthus*, *Sycopsis* – ед.). Постоянно отмечается пыльца *Platanus* sp., *Rhus ustjurtensis* Boitz., *Loranthus elegans* I. Kulk., *Trochodendron* sp., cf. *Palmae*. Показательно присутствие пыльцы родов, определяемых по искусственной системе: *Triatriopollenites aroboratus* Pfl., *T. confusus* Zakl., *Tricolpopollenites liblarensis* (R. Pot.) Th. et Pfl. Спектры подобного типа не известны в неогене Сибири и Дальнего Востока, зато они близки спектрам из усть-давыдовской свиты п-ова Речной, что, кстати, отмечено ранее палинологом Т.И. Демидовой [13].

В надугольной толще туфоалевролитов и туфодиазомитов обнаружены хорошо сохранившиеся остатки листьев и плодов. Первые сведения о них появились в печати в 1970-х годах [1, 12], однако в монографическом варианте флора Реттиховки не опубликована, если не считать описания хвойных [22]. Все исследователи отмечали доминирование в захоронении остатков хвойных, прежде всего метасеквойи. Однако в этой группе присутствуют большинство других родов таксодиевых, сосновых, кипарисовых, включая южных представителей (*Keteleeria*, *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Calocedrus*).

В группе цветковых растений безусловно преобладают буковые, но в отличие от флоры Краскино,

Рис. 8. Растения из базальных слоев фаташинской свиты (т. 9182).

1 – *Ginkgo* ex gr. *adiantoides* (Ung.) Heer, обр. 9182/1022; 2 – *Torreya* sp., обр. 9182/652; 3 – *Keteleeria ezoana* Tanai., обр. 9182/1262, ×1.25; 4 – *Pseudolarix japonica* Tanai et Onoe, обр. 9182/1215, ×1.25; 5 – *Sequoia affinis* Lesq., обр. 9182/1276; 6 – *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, обр. 9182/1314; 7 – *Podocarpus* sp., обр. 9182/1296; 8 – *Cercidiphyllum crenatum* (Ung.) R. W. Brown, обр. 9182/1128; 9 – *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry, обр. 9182/1271; 10 – *Platanus* sp., обр. 9182/352, ×2 (fructus); 11 – *Fagus koraica* Huz., обр. 9182/1076; 12 – *F. uotanii* Huz., обр. 9182/463; 13 – *Quercus kraskinensis* Pavlyutkin, обр. 9182/948; 14 – *Craigia oregonensis* (Arnold) Kwaček, Božek et Manchester, обр. 9182/1130, ×2.5; 15 – *Ailanthus yezoense* Oishi et Huz., обр. 9182/1080, ×1.5; 16 – *Chaneya tenuis* (Lesq.) Wang et Manchester, обр. 9182/1111, ×1.25; 17 – *Dipteronia brownii* McLain et Manchester, обр. 9182/1235, ×1.25; 18 – *Sageretia* sp., обр. 9182/1179; 19 – *Archeampelos acerifolia* McIver et Basinger, обр. 9182/1135.

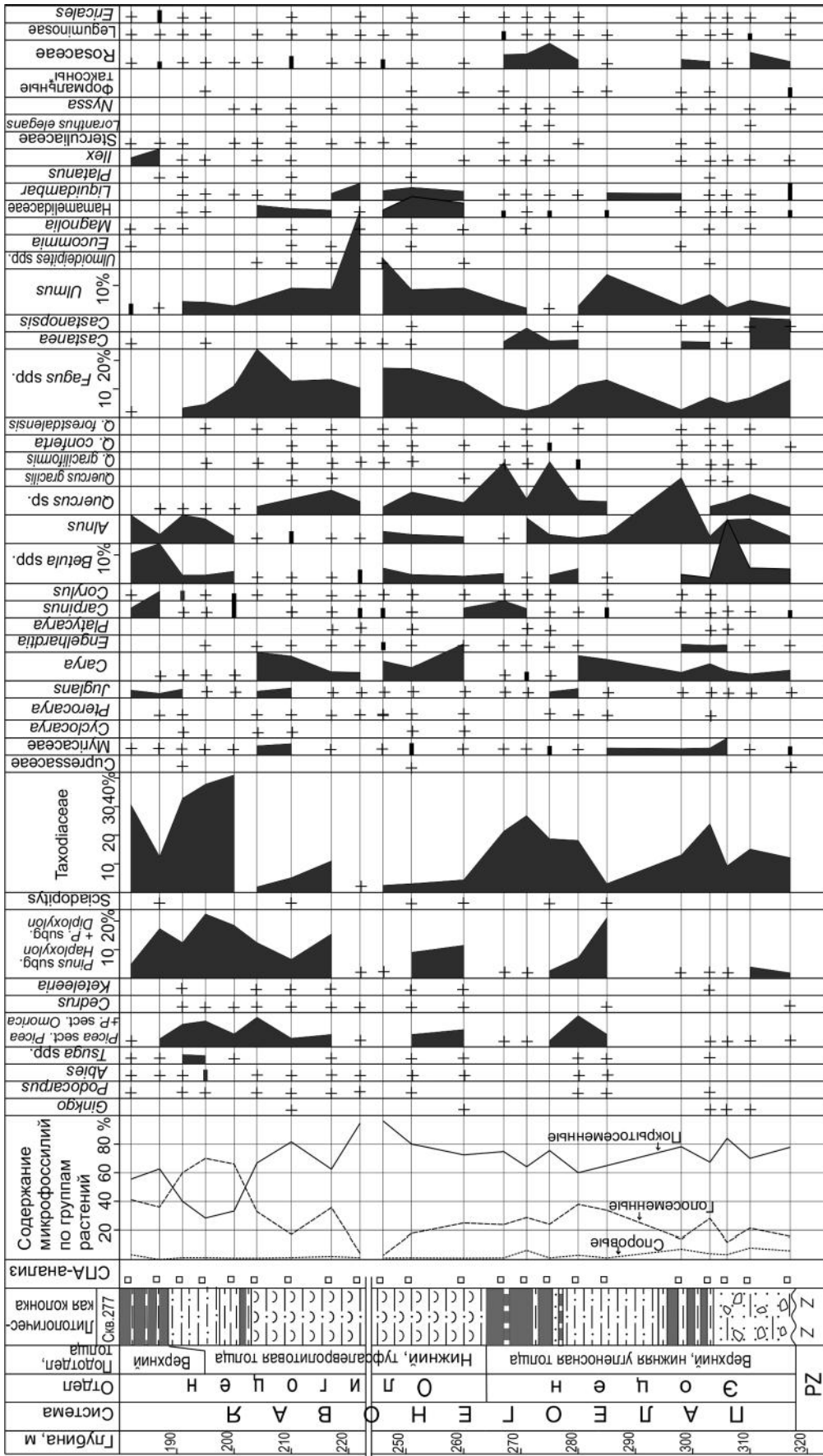


Рис. 9. Диаграмма распределения спор и пыльцы по разрезу эоцен-олигоценовых оглождений: Раковская впадина, скв. 277.



первую позицию в численном отношении занимают не буки, а виды из рода *Quercus*: *Q. praemongolica* Ablaev et Pjinskaja; *Q. bersenevii* Ablaev et Pjinskaja; *Q. sichotensis* Ablaev et Gorovoi; *Q. arsenjevii* Ablaev et Gorovoi, *Q. kodairae* Huz. Обнаружены остатки листьев каштана, кастанопсиса, а также плоды *Alfaropsis koreanica* (Oishi) Pjinskaja – вида узкого стратиграфического диапазона. Все известные находки этих плодов приурочены к нижнему олигоцену в Корее (флора Kungshim) [30], Японии (флора Wakamatsuzawa) [38], Приморье (флоры Реттиховка, Краскино) [5, 21]. Морфологически близкие плоды описаны как *Palaeocarya* cf. *olsonii* (Brown) Manchester в составе флоры Bridge Creek [34]. Следует заметить, что R. Manchester рассматривает плоды *Alfaropsis koreanica* из Восточной Азии как принадлежащие роду *Palaeocarya* [33]. Современные представители обоих родов – деревья, обитающие в тропиках.

Дополнительно указывается [14] на присутствие растений из некоторых других термофильных родов, таких как *Hamamelis*, *Sterculia*, *Mahonia*, хотя и без описания и изображения, что, к сожалению, не позволяет оценить корректность выполненных определений. Фотоизображения части растений из нашей реттиховской коллекции приведены в [20].

Следует отметить и некоторые различия в составе флористических комплексов Реттиховки и Краскино. Речь идет прежде всего о переходящих из эоцена видов *Trochodendroides arctica*, *Archeampelos acerifolia*, *Zelkova kushiroensis* и ряда других, обнаруженных во флоре Краскино [21]. В сообщениях о реттиховской флоре нет указаний на их присутствие в ее составе. В нашей коллекции из Реттиховки они также не обнаружены. Причины различий могут быть разные. Например, палеоклиматические, обусловленные принадлежностью местонахождений растений к разным мегасклонам Сихотэ-Алиня, главного палеоводораздела – явление, отчетливо выраженное в настоящее время. Возможна также некоторая асинхронность границ в сравниваемых разрезах, связанная с известным универсальным принципом их скольжения, причем даже в пределах одного седиментационного бассейна. Кроме того следует учесть, что флора Реттиховки изучена слабо, данные опубликованы только по некоторым группам растений. Наконец, указанные реликтовые растения в типовом местонахождении Краскино представлены единичными экземплярами, и это при объеме коллекции в 1500 образцов. Следовательно, вероятность обнаружения их в реттиховской тафлоре – вопрос своеобразного везения. Не исключено, что некоторые из них могли бы обнаружиться позднее, если бы не была проведена рекультивация карьера.

Таким образом, по имеющимся данным, наиболее вероятной выглядит приуроченность эоцен-олигоценовой границы в реттиховском разрезе к переходу от угленосной к туфоалевролитовой толще. Главное достоинство реттиховского разреза – бесспорная непрерывность в пограничном интервале. Недостаток – невозможность повторно наблюдать разрез из-за отработки месторождения и закрытия карьера.

### Зеркальненская впадина

В северо-восточном секторе Зеркальненской впадины, приуроченной к восточному мегасклону Сихотэ-Алиня (СФЗ – В), олигоценовые отложения представлены возновской свитой (рис. 2, колонка VI). Свита сложена алевролитами, туфоалевролитами, опоками, опоквидными алевролитами; в нижней части разреза она включает угольный пласт, подстилаемый пачкой чередующихся мелкозернистых песчаников и алевролитов (т. 9206). Мощность – 40 м. Характер контакта с подстилающими андезибазальтами суворовской свиты, выветрелыми до состояния красных глин, указывает на наличие размыва и стратиграфический перерыв. Возраст вулканитов, по нашим данным (К/Аг метод), – 44.0 и 44.7 млн лет, что соответствует среднему эоцену. Характеристика возновской свиты и связанного с ней комплекса растений (возновская флора) детально дана нами ранее [21]. Возновский комплекс с обилием таксодиевых, сосновых, березовых, буков и верескоцветных указывает на существование в возновское время смешанного горного леса. Возраст возновской свиты соответствует позднему рюпелью.

Следует добавить, что, по данным Р.С. Климовой [14], в составе фитокомплекса, отвечающего нижним слоям возновской свиты, обнаружены растения, характерные для так называемых «энгельгардиевых» флор Приморья (Краскино, Реттиховка, Ключ Тихий), Хабаровского края (флора Демби), Кореи, Японии. К ним относятся *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry, *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, *Fothergilla* sp., *Chaneya tenuis* (Lesq.) Wang et Manchester, *Phyllites kryshstofovichii* (Klimova) Pjinskaja et Ablaev, *Alfaropsis koreanica* (Oishi) Pjinskaja. Присутствие этих видов указывает на очевидные преемственные связи возновской флоры с флорами «энгельгардиевого» типа. Сама она отражает завершающую ступень преобразования флор раннего кайнофита и зарождения на их базе флор тургайского экологического типа, приходящуюся на рубеж ранний/поздний рюпель.

Таким образом, комплекс переходных эоцен-олигоценовых вулканогенных и осадочных образований в Зеркальненской впадине характеризуется наличием явного стратиграфического перерыва между вознов-

ской свитой и подстилающими вулканитами суворовской свиты среднего эоцена. Такой разрез не пригоден для фиксирования стратотипа эоцен-олигоценовой границы, он может использоваться лишь как дополняющий для Восточно-Сихотэ-Алинской структурно-формационной зоны.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как известно, граница между эоценом и олигоценом в МСШ принята на уровне  $33.9 \pm 0.1$  млн лет. Стратотип границы выбран в разрезе Массиньяно на Адриатическом побережье севера Италии [31]. Разрез, сложенный пелагическими мергелями, охватывает почти весь верхний эоцен и нижнюю часть олигоцен и характеризуется непрерывностью. Он включает несколько прослоев, обогащенных вулканическим биотитом, используемым в качестве материала для радиоизотопного датирования. Для самого верхнего из них в 4 м ниже эоцен-олигоценовой границы (вблизи кровли зоны *Globigerina tapuriensis*) получена дата  $34.3 \pm 0.3$  млн лет (K/Ar,  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  методы) [35]. В более северном разрезе (провинция Приабона) для прослоя с биотитом несколько выше этой границы получена дата  $33.7 \pm 0.5$  млн лет, при том, что подошва верхнего эоцена (приабонский ярус) в стратотипическом разрезе яруса, датированная методом треков по циркону и апатиту, соответствует 37 млн лет [29].

Проблема эоцен-олигоценовой границы на региональном уровне, как и других рубежей того же ранга, имеет два аспекта: стратиграфический в его научном виде и прикладной. Для первого главным условием является непрерывность выбранного разреза. Второй определяется нуждами практической геологии, в первую очередь геологического картирования. Геологам-практикам важно, чтобы граница «удобно» картировалась при полевых работах, т.е. чтобы она характеризовалась четкой сменой литологического состава пород. Однако такая смена обычно, хотя и не всегда, указывает на наличие стратиграфического перерыва – обстоятельства неблагоприятного для выявления границы, если исходить из требований, определяемых Стратиграфическим кодексом.

Большинство выше рассмотренных разрезов, использованных для маркирования эоцен-олигоценовой границы, можно было бы считать перспективными для решения этой задачи (кроме Зеркальненской впадины) из-за отсутствия в них стратиграфических перерывов значительной продолжительности. Достаточно четко это проявлено в разрезах Ракóвки (скв. 277) и особенно Реттиховки (карьер, т. 9052). В последнем характер контакта наблюдался непосредственно на значительном протяжении. К сожалению, оба разреза недоступны для проведения повторных исследова-

ний, в первую очередь на возможность радиоизотопного датирования возраста пород.

Эоцен и олигоцен в кайнозойском комплексе в Приморье, как уже сказано, сформирован континентальными терригенными отложениями с участием вулканической составляющей главным образом в алевролитопелитовой фракции. По этой причине задача точной привязки, как в упомянутых итальянских разрезах, в Приморском регионе на сегодня нереальна. Тем не менее, ее приемлемое решение возможно в разрезах кайнозоя в Хасанской впадине. Так, для нижних слоев хасанской свиты в южном и северном секторах впадины получены U-Pb даты по цирконам, укладывающиеся в интервал 37–38 млн лет [28]. Это означает, что нижний возрастной уровень формирования хасанской свиты в ее стратотипической местности примерно соответствует в пределах допуска подошве приабонского яруса (верхний эоцен).

Что касается верхней возрастной границы хасанской свиты, то о ней мы можем судить по возрасту залегающей выше без явных следов перерыва фаташинской свиты, охарактеризованной флорой Краскино. Последняя включает уникальный по таксономическому богатству комплекс растений ( $\approx 200$  видов). Часть из них относится к категории узкого стратиграфического диапазона [21]. Ее аналоги изучены на территории севера Кореи (флора Kungshim) и Японии. Так, на северо-востоке о-ва Хоккайдо ей соответствует флора Wakamatsuzawa. Возраст датированных из одноименной формации – 31.4 и 32.6 млн лет (K/Ar метод), при том что возраст нижних слоев подстилающей угленосной формации Harutori – 38.6 млн лет (метод треков) [39]. На территории США, в Орегоне уровню флоры Краскино отвечает флора Bridge Creek. Для соответствующей формации John Day получены даты 32.2 и 33.6 млн лет ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  метод) [34]. В китайской провинции Юннань возраст слоев с близким комплексом растений (флора Lühe) соответствует уровню 32–33 млн лет (U-Pb даты по цирконам). Примечательно, что в составе флоры Lühe присутствует *Dipteronia brownii* [32], вид, установленный (по плодам) во флорах Краскино (рис. 8-17 в данной статье) и вышеупомянутой Bridge Creek [34]. Соответствующая формация, сложенная туфами и туфоалевролитами и охарактеризованная флорой Lühe, подстилается угленосной толщей [40]. Следовательно, верхний возрастной уровень хасанской свиты с большой вероятностью соответствует с некоторым допуском эоцен-олигоценовой границе.

К сожалению, переходные эоцен-олигоценовые слои в Хасанской впадине в настоящее время недоступны для непосредственного изучения. О них мож-

но судить только по материалам предшествующих исследований. По данным Г.М. Власова, породы фаташинской свиты в зоне контакта засорены мелкодисперсной органикой, придающей им коричнево-бурую окраску. Они включают лепешковидные марказитовые конкреции и многочисленные остатки листьев, плодов и семян. По нашим данным [21], комплекс растений из отвалов шахты Хасанской (основание фаташинской свиты) практически не отличим от комплекса, добытого с уровня примерно в 30 м выше подошвы свиты (карьер, т. 9182). О комплексе растений из кровли подстилающей хасанской свиты какие-либо данные на сегодняшний день отсутствуют. Возможно лишь привлечение материалов по стратотипу свиты на п-ове Посъет, но они характеризуют ее нижние слои. Это – один из недостатков разреза, но, тем не менее, он в настоящее время является наиболее перспективным для решения поставленной задачи – выбора стратотипа границы между эоценом и олигоценом в регионе.

Положение эоцен-олигоценовой границы в соседних регионах Дальнего Востока зафиксировано в [10]. На Западной Камчатке ее принято проводить между ковачинским и аманинско-гаххинским горизонтами, на востоке полуострова она приурочена к переходу между лапареламской и алугинской свитами, на о-ве Карагинский – между ковачинским и ильхатунским горизонтами. На юге Сахалина ее положение принято на уровне кровли нижней подсвиты аракайской свиты, в средней части острова (р. Аральская) – между краснопольевской и такарадайской свитами, в Александровском районе – внутри нижнедуйской свиты.

Данные по Приамурью довольно разрозненны и неупорядочены. В пределах самой крупной, Среднеамурской впадины границу предлагается трассировать внутри чернореченской свиты – аналога угловской в Приморье. Судя по имеющимся, хотя и скудным, палеоботаническим данным, более вероятно, она приурочена к переходу от нижней к верхней подсвитам ушумунской свиты, датированной миоценом [9], по-видимому, по аналогии с усть-давыдовской свитой в Южном Приморье.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все рассмотренные разрезы, включающие переходные эоцен-олигоценовые слои на территории Приморья, характеризуются сменой литологического состава на границе эоцен/олигоцен. Эоценовая составляющая, сложенная чередующимися песчаниками, алевролитами, углистыми сланцами, включает пласты бурого угля, в том числе промышленной мощности. В основании залегают грубообломочные базальные

гравийно-щебнистые образования. Роль пироклаستيки в породах эоцена незначительна. Формирование осадков происходило в условиях аллювиальной равнины. Олигоценовая составляющая сложена преимущественно туфоалевролитами с прослоями туффигов с тонкой слоистостью, накопившихся в условиях озера. Признаки стратиграфического перерыва на эоцен-олигоценовой границе не установлены.

Каждый из рассмотренных разрезов обладает теми или иными достоинствами для решения поставленной задачи, но ни один из них не лишен недостатков. По соотношению тех и других наиболее перспективным является разрез в Хасанской впадине, поскольку там имеется возможность для повторного посещения обнажений пород верхнего эоцена и нижнего олигоцена, хотя сам переход недоступен для непосредственного наблюдения. С этим разрезом мы предлагаем связать стратотип границы между эоценом и олигоценом на территории Приморья (координаты – 42°40' с. ш., 130°50' в. д.). Здесь он маркируется резким изменением литологического состава пород, отражающим смену обстановок осадконакопления от аллювиальных к озерным. Признаки сколько-нибудь продолжительного стратиграфического перерыва на этом уровне не установлены.

Выводы о возрасте сводного разреза, основанные на палеоботанических данных, контролируются радиоизотопными датировками по цирконам: для нижних слоев хасанской свиты получена дата 38 млн лет в стратотипе (п-ов Посъет) и 37 млн лет в гипостратотипе (северный сектор впадины). Время завершения формирования хасанской свиты ограничивается возрастом флоры Краскино с ее комплексом таксонов узкого стратиграфического диапазона. Аналоги этой флоры известны на сопредельных и удаленных территориях, где возраст соответствующих отложений, по радиоизотопным данным, соответствует интервалу 31.4–33.6 млн лет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблаев А.Г. Геология и история флор побережий Японского моря. М.: Наука, 1978. 192 с.
2. Аблаев А.Г., Васильев И.В. Миоценовая краскинская флора Приморья. Владивосток: Дальнаука, 1998. 106 с.
3. Аблаев А.Г. Биостратиграфия палеогена побережья юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2000. 116 с.
4. Аблаев А.Г., Чен-Сен Ли, Ю-Фей Ван. Палеоген Бикино-Усурийского бассейна седиментации. Владивосток: Дальнаука, 2006. 58 с.
5. Ахметьев М.А., Братцева Г.М., Климова Р.С. О возрастных аналогах энгельгардиевых слоев Кореи в Приморье // Докл. АН СССР. 1973. Т. 209, № 1. С. 167–170.
6. Ахметьев М.А. Фитостратиграфия континентальных отложений палеогена и миоцена внутритропической Азии. М.: Наука, 1993. 143 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 475).



7. Бойцова Е.П., Панова Л.А. Палеогеновые флоры и растительность на территории Евразийской ботанико-географической области // Палинология кайнофита. М.: Наука, 1973. С. 42–47.
8. Буданцев Л.Ю. Позднеэоценовая флора Западной Камчатки. СПб.: Петро-РИФ, 1997. 114 с. (Тр. БИН РАН. Вып. 19).
9. Варнавский В.Г., Седых А.К., Рыбалко В.И. Палеоген и неоген Приамурья и Приморья. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 184 с.
10. Геологические и биотические события позднего эоцена–раннего олигоцена на территории бывшего СССР. Ч. 1. М.: ГЕОС, 1996. 314 с.
11. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:200 000. Серия Ханкайская. Листы К-52-XI, XVII: Объясн. зап. / Ред. Н.К. Цесарский. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. 144 с.
12. Климова Р.С. Фагасеае миоценовой флоры Западного Приморья // Палеонтол. журн. 1976. № 1. С. 104–110.
13. Климова Р.С., Крамчанин А.Ф., Демидова Т.И. Новые данные по стратиграфии Ретгиховского угольного разреза // Стратиграфия кайнозойских отложений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 66–75.
14. Климова Р.С. Миоценовая флора и флостратиграфические горизонты Приморского края // Палеоботаника и флостратиграфия Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 65–76.
15. Кодрул Т.М. Флостратиграфия палеогена Южного Сахалина. М.: Наука, 1999. 150 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 519).
16. Криштофович А.Н. Новые данные о третичной флоре Новокиевска и других мест Уссурийского края // Ежегодн. ВПО. 1937. Т. 11. С. 49–57.
17. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия пограничных отложений олигоцена и миоцена в Приморье // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 6. С. 119–127.
18. Павлюткин Б.И., Неволина С.И., Петренко Т.И., Кутуб-Заде Т.К. О возрасте палеогеновых назимовской и хасанской свит Юго-Западного Приморья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2006. Т. 14, № 3. С. 116–129.
19. Павлюткин Б.И. Эоценовая усть-давыдовская флора юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2007. 148 с.
20. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 164 с.
21. Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Петренко Т.И. Геология и флоры нижнего олигоцена Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 236 с.
22. Пименов Г.М. Миоценовые хвойные юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1990. 108 с.
23. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока СССР (Владивосток, 1978 г. (препр.)). Магадан: ГКП СВПГО, 1982. 182 с.
24. Решения 4-го Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (Хабаровск, 1990 г.). Хабаровск: ХГГП, 1994. 124 с. (препр.)
25. Седых А.К. Новые данные по геологическому строению и стратиграфии Краскинской впадины (Юго-Западное Приморье // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 78–89.
26. Стратиграфический кодекс России (изд-е третье). СПб: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
27. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М.: Недра, 1973. 510 с.
28. Чашин А.А., Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Хубанов В.Б. и др. Новые данные по возрасту угленосных отложений юго-западного Приморья и их значение для стратиграфии региона // Изв. Томск. политех. ун-та. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333, № 1. С. 15–25.
29. Barbin V. The Eocene-Oligocene transition in shallow-water environment: the Priabonian stage type area (Vicentin, Northern Italy) // The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria Basin, Italy. Ancona (Italy), 1988. P. 239–245.
30. Huzioka K. The Tertiary Floras of Korea // J. Min. Coll. Akita Univ. Ser. A. 1972. V. V, N 1. P. 1–83.
31. The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria Basin (Italy) / S.I. Premoli, R. Coccioni, A. Montanari Eds. Ancona (Italy), 1988. 268 p.
32. Linnemann U., Su T., Kunzmann L., Spicer R.A., Ding W-N., Spicer T. E.V., Zieger J., Hoffman M., Moraweck K., Gartner A., Gerdes A., Marko L., Zhang S-T., Li S-F., Tang H., Huang J., Mulch A., Mosbrugger V., Zhou Z-K. New U/Pb dates reveal a Paleogene origin of the modern SE Asia biodiversity hotspot // Geol. 2017. V. 46. P. 3–6.
33. Manchester S.R. The Fossil History of the Juglandaceae. Monographs in systematic botany from Missouri Botanical Garden. 1987. V. 21. 137 p.
34. Meyer H.W., Manchester S.R. The Oligocene Bridge Creek Flora of the John Day Formation, Oregon // Univ. California Pub. Geol. Sci. 1997. V. 141. 270 p.
35. Odin G.S., Guise P., Rex D.C., Kreuzer H. K/Ar and <sup>39</sup>Ar/ <sup>40</sup>Ar geochronology of Late Eocene biotites from the northeastern Apennines // The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria Basin Italy. Ancona (Italy), 1988. P. 239–245.
36. Pavlyutkin B.I., Petrenko T.I., Chekryzhov I.Yu., Nechaev V.P., Moore T.A. The plant biostratigraphy of the Cenozoic coal-bearing formations in Primorye, Russian Far East // Int. J. Coal Geol. 2020. V. 220. P. 1–21.
37. Tanai T. The Oligocene floras from the Kushiro coal field, Hokkaido, Japan // J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 4. 1970. V. 14, N 4. P. 383–514.
38. Tanai T., Uemura K. Engelhardia fruits from the Tertiary of Japan // J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 4. 1983. V. 20, N 2–3. P. 249–260.
39. Tanai T. Euphorbiaceae and Icacinaceae from the Paleogene of Hokkaido, Japan // Bull. Natn. Sci Mus., Tokyo. Ser. C. 1990. V. 16, N 3. P. 91–118.
40. Wang T.X., Huang J., Ding W.N., Cedric D.R., Su T., Zhou Z.K. Fossil involucre of *Ostrya* (Betulaceae) from the Early Oligocene of Yunnan and their biogeographic implications // Palaeoworld. 2020. V. 29. P. 752–760.

*Рекомендована к печати И.Б. Цой*  
после доработки 03.02.2022 г.  
принята к печати 16.03.2022 г.

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

**The Eocene-Oligocene boundary in the Cenozoic complex in Primorye (Far East Russia)**

The Upper Eocene – Lower Oligocene sections in Primorsky Krai were analyzed to select the most promising one for marking the Eocene-Oligocene boundary. The boundary between the Khasan and Fatashi formations in the Cenozoic complex of the Khasan depression was proposed to be its stratotype. Zircon radioisotope data confirm the age of the formations derived from paleobotanical data. The age of the lower strata of the Khasan Formation is 38 million years in the stratotype (Posyet Peninsula) and 37 million years in the hypostratotype (northern part of the depression). The age of the Fatashin Formation base is constrained by the Kraskino flora with its floral complex of the narrow stratigraphic range. Equivalents of this fossil flora are known in adjacent and remote areas. According to the radioisotope data, the age of the corresponding deposits matches the interval of 31.4–33.6 Ma.

***Key words:* stratigraphy, Cenozoic, Eocene-Oligocene boundary, Primorye, Far East Russia.**