

**ОСНОВНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ РУБЕЖИ В КАЙНОЗОЕ ПРИМОРЬЯ И ИХ  
ПРОЯВЛЕНИЕ В ЛИТОЛОГИИ И ПАЛЕОФЛОРАХ****Б.И. Павлюткин, И.Ю. Чекрыжов, Т.И. Петренко***ФБГУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100 Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022,  
e-mail: pavlyutkin@fegi.ru*

Поступила в редакцию 28 марта 2024 г.

Для кайнозоя Приморья, на основании имеющихся данных, обсуждены региональные варианты границ между высокоранговыми стратиграфическими подразделениями: мелом и палеогеном, палеогеном и неогеном, неогеном и четвертичной системой, а также между отделами в рамках систем. Наиболее обоснованными, пригодными в качестве стратотипов, могут считаться следующие границы: эоцен/олигоценовая, приуроченная к переходу от угленосной хасанской свиты к безугольной туфоалевролитовой фаташинской свите (Хасанская впадина), палеоген/неогеновая, маркируемая сменой литологического типа пород от угленосных верхнеолигоценовых к туфоалевролитам, туффитам, слагающим основание миоцена (Раковская впадина). Миоцен/плиоценовую границу предложено проводить внутри комплекса базальтовых лав с пакетами осадочных пород, формирующих Шуфанское и Шкотовское плато, с выбором стратотипа по подошве кедровской толщи (Пушкинская впадина). Предложенный вариант плиоцен/четвертичной границы соответствует подошве красноцветной «пудинговой» толщи (Спасская впадина). Границы между мелом и палеогеном и палеогеном и эоценом пока не могут быть обоснованы с приемлемой точностью из-за отсутствия в регионе данных по соответствующим пограничным интервалам.

**Ключевые слова:** стратиграфические рубежи, кайнозой, литология, палеофлоры, Приморье.**ВВЕДЕНИЕ**

Стратиграфические исследования на конкретной территории обычно завершаются разработкой региональной стратиграфической схемы (РСС), под которой, согласно Стратиграфическому кодексу [43], понимается графическое выражение временных и пространственных соотношений местных и региональных стратонамов для определенного геохронологического интервала и корреляция их с Общей стратиграфической шкалой (ОСШ). Для реализации заключительного этапа в построении РСС необходимо в общем геологическом разрезе для выбранной территории и заявленного интервала выявить опорные, базовые точки, которые можно было бы сопоставить с рубежами между высокоранговыми стратиграфическими подразделениями ОСШ. Они создадут своеобразный каркас РСС.

В плане поставленной в заглавии статьи задачи к ним относятся границы между мелом и палеогеном, палеогеном и неогеном, неогеном и четвертичной системой, а также границы между отделами в рамках систем. Решение ее для территории Приморья

усложнено, помимо трудностей общего плана, региональными геологическими особенностями. К ним относятся: фрагментарная обнаженность, литологическое однообразие отложений при отсутствии четких реперных горизонтов, ограниченность более или менее достоверных данных о некоторых геохронологических интервалах, слабая и неравномерная насыщенность разрезов палеонтологическими остатками и, наконец, самое главное, – отсутствие в них морских отложений, имеющих в стратиграфической практике общепринятый приоритет перед континентальными аналогами. Последнее ограничивает точность в осуществлении корреляционных операций между региональными стратонамами и подразделениями ОСШ определенными допусками.

Следует отметить разные требования к выраженности стратиграфических границ при разработке ОСШ и границ между местными и региональными стратонамами при построении РСС. Для первых обязательным условием является, помимо морского генезиса, непрерывность разреза в окрестностях предполагаемой границы, а для вторых предпочтительна смена

литологического облика пород, но также при отсутствии более или менее выраженного перерыва. Такая граница относительно легко опознается при геологическом картировании территории, но она может свидетельствовать о вероятности стратиграфического несогласия, тем более, что определение продолжительности паузы при анализе континентальных формаций представляет собой весьма сложную проблему.

Для реализации сформулированной задачи нами использованы преимущественно собственные геологические материалы, полученные в ходе полевых исследований, результаты изучения коллекций растительных макрофоссилий, данные спорово-пыльцевого анализа, а также радиоизотопного датирования отдельных составляющих общего разреза. Кроме того, проанализированы опубликованные по заявленной теме литературные источники и доступные фондовые материалы. В статье использованы некоторые фрагменты графики из наших предыдущих публикаций [33, 35].

#### ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ ПРОБЛЕМЫ

Заявленная тема имеет непосредственное отношение к региональной стратиграфии кайнозоя. Развитие взглядов на последовательность формирования кайнозойского вулканогенно-осадочного комплекса на территории Приморского края (=Приморья) можно разделить условно на четыре этапа. Каждый из них завершался организационным мероприятием в ранге Межведомственного стратиграфического совещания (МСС) с последующей публикацией результатов в графическом и текстовом вариантах.

Первый по времени этап охватывает период с начала 20-х и до середины 50-х годов прошлого столетия. Стратиграфические и палеофлористические исследования носили в то время локальный, точечный характер. Их цель заключалась в разработке геологической основы для немногочисленных бурогольных месторождений и проявлений, а также уже известных естественных обнажений предположительно третичных пород. Здесь следует прежде всего указать на пионерные работы Б.М. Штемпеля [46], А.Н. Криштофовича [19–21], В.З. Скорохода [42], Г.М. Власова [9]. Основные достижения, связанные с именами перечисленных исследователей, детально изложены в обобщающей работе по стратиграфии палеогена-неогена Приморья [30] и потому не нуждаются в повторе. Результаты указанного этапа отражены в первом варианте РСС [40]. Принятая схема выглядела на редкость простой и понятной. Сводный кайнозойский разрез подразделялся на шесть свит (снизу): угловская (поздний эоцен–ранний олигоцен), надеждинская (поздний олигоцен), усть-давыдовская (ранний–средний мио-

цен), усть-суйфунская (поздний миоцен), суйфунская и шуфанская (плиоцен). Завершался разрез четвертичными отложениями. Стратиграфия кайнозоя в Хасанском районе на крайнем юго-западе Приморья выглядела сложнее: считалось, что там в разрезе представлен более полный набор стратона в интервале от нижнего палеоцена до плиоцена включительно.

Следующий, второй этап, относительно короткий, продолжался до начала 1970-х годов. Изменения по его завершению [39], внесенные в первую принятую РСС, имели непринципиальный характер. Они выразились в упразднении необоснованно ранее введенной номенклатурной единицы – усть-раздольненской серии. Кроме того, предлагалось ввести в РСС два новых стратона в ранге свит – сандуганскую как вулканогенный аналог усть-давыдовской свиты и майтунскую, угленосную, но более древнюю, чем угловская свита, однако эта инициатива не получила дальнейшего развития. Здесь не анализируются причины предложенных изменений и отказа от них, они детально рассмотрены ранее [30].

Третий этап (от начала 1970-х до середины 1980-х годов) связан с необходимостью корректировки РСС на основании огромного массива новых данных, полученных в ходе проводившихся широкомасштабных геолого-съемочных работ и освоения открытых к тому времени бурогольных месторождений. В принятом третьем варианте РСС [41] отражены назревшие изменения в стратиграфии кайнозоя в уже более или менее изученных районах и приведены новые локальные схемы, разработанные для территории Восточного Сихотэ-Алиня. Новая версия РСС изобилвала большим количеством противоречий между принятыми изменениями и полученным фактическим материалом. Почти все они проанализированы в обобщающей работе [30]. К некоторым из них мы будем возвращаться ниже при обсуждении полученных результатов.

Расхождения в оценке третьей версии РСС между специалистами по стратиграфии и палеофлористике кайнозоя оказались настолько велики, что это неизбежно привело к новой попытке хотя бы смягчения некоторых из них, особенно актуальных. Замысел реализовался на очередном 4-ом МСС, прошедшем в 1990 году в г. Хабаровске. В ходе этого мероприятия, к сожалению, не были учтены некоторые оригинальные предложения, основанные на иных подходах к разблокированию тупиковых «стратиграфических коллизий». В его итоговом документе [38] они оказались всего лишь упомянутыми в разделе «Особые мнения». Зато были утверждены некоторые весьма «странные» варианты. В частности, например, предлагалось для решения проблемы возраста

надеждинской и усть-давыдовской свит в их стратотипе на п-ове Речной – одной из ключевых, отказаться вообще от использования этого разреза, заменив его двойником в Нижнебикинской впадине. Там аналогам вышеназванных свит были присвоены новые наименования – лучегорская и бикинская, соответственно. Однако уход от проблемы вовсе не является ее решением, а указывает на ошибочность прежней концепции. Между тем, разрешение противоречия между принятым в РСС возрастом свит на Речном (согласно Г.М. Власову) и характеризующими их палеофлористическими комплексами лежало буквально на поверхности: нужно было всего лишь вернуться к исходному заключению о возрасте указанных стратон, сформулированному Б.М. Штемцелем [46]. Однако, видимо, высокий авторитет Г.М. Власова, одного из выдающихся геологов Дальнего Востока, не позволил этого сделать. В результате усть-давыдовская свита превратилась в некий безымянный объект – толщу алевролитов и песчаников с лигнитизированными древесными остатками, за которой был сохранен ранне-среднемиоценовый возраст.

Приведенный пример – лишь один в ряду зафиксированных в РСС своеобразных стратиграфических «несуразностей», свидетельствующих о глубоком кризисе в практике выстраивания РСС кайнозоя в Приморье. Некоторый перелом наступил в конце 1980-х – начале 90-х годов, несмотря на сложное положение Геологической службы в стране. Уже в тезисах к 4-ому МСС стали известны палинологические данные по вышеназванным свитам на Речном, указывающие на их эоценовый возраст [22]. Затем появился ряд публикаций, в которых предлагались новые варианты решения некоторых, ставших уже хроническими, стратиграфических проблем [24, 25, 27, 29]. Своеобразным итогом 4-го этапа стало появление обобщающей работы по стратиграфии палеогена-неогена Приморья [30]. Тем не менее, в ней не акцентировалось внимание на проблеме границ между высокоранговыми стратонами ОСШ в кайнозое Приморья прежде всего из-за недостатка в то время необходимых данных для ее решения. Частично пробел был восполнен за последние полтора десятка лет. Назовем этот продолжающийся этап новейшим. Ревизия в ряде случаев прежних выводов и стратиграфическая интерпретация новых данных в рамках одной статьи является целью данной работы.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как уже не раз отмечалось, одна из характерных особенностей геологического строения территории Приморья – наличие многочисленных кайнозойских впадин, сформировавшихся на субстрате различного

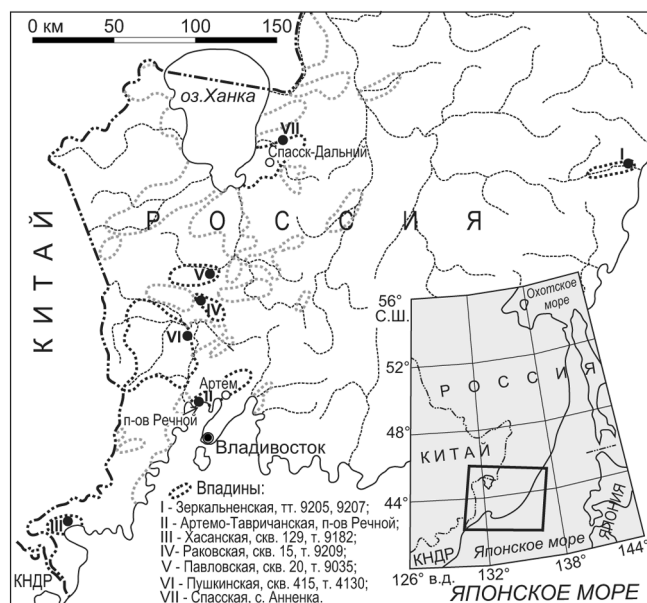


Рис. 1. Расположение изученных разрезов.

возраста, от докембрия до верхнего мела. По геологическому строению кайнозойского комплекса территория региона разделена на несколько структурно-формационных зон [30]. Искомые стратиграфические границы проявлены в них с разной степенью выраженности, иногда данные о них остаются неизвестными либо из-за слабой изученности, либо по причине особенностей геологической истории. Относительно лучше в этом плане изучена южная часть региона (рис. 1). Ей будет отдано предпочтение при решении поставленной задачи.

#### Граница между меловой и палеогеновой системами (66.0 млн лет)

Проблема мел/палеогеновой границы в регионе обсуждалась на всех проведенных МСС, и взгляды на ее положение менялись как по причине корректировки ОСШ, так и в связи с изменением представлений о возрасте пограничных региональных стратон мела и палеогена. В упомянутой выше работе [30] она принималась на основе имевшихся на тот период данных. Позднее нами был повторно изучен разрез в так называемом *Устиновском карьере* (Зеркальненская впадина, Кавалеровский район), с которым связывалось ее положение (рис. 2).

По мнению В.А. Красиловой [18], в данном разрезе зафиксирован переход от риолитовых туфов маастрихта (богопольская свита) с редкими растительными остатками к тонкоплитчатым непромышленно-угленосным туффитам нижнего палеоцена, содержащим обильные макрофитофоссилии (тадушинская свита). На этом уровне предполагалось отсутствие стратигра-

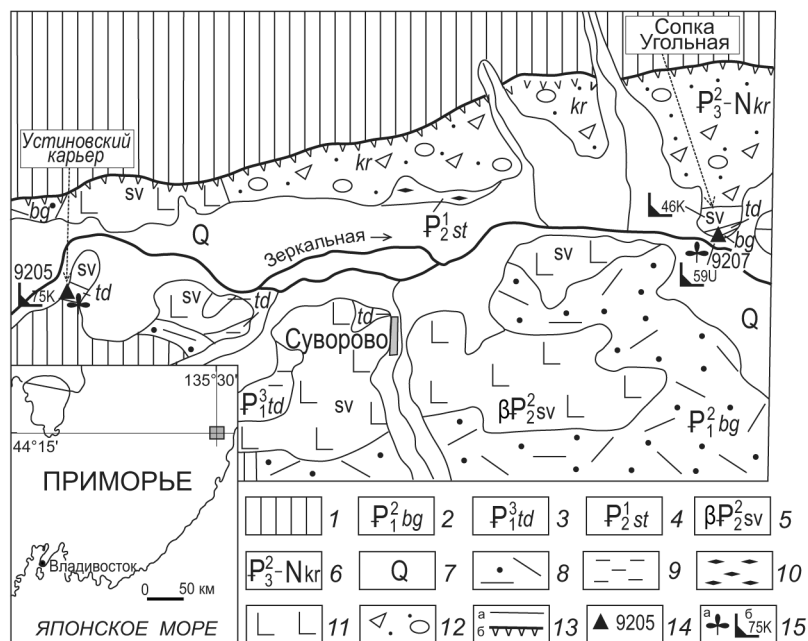


Рис. 2. Фрагмент схематической геологической карты Зеркальненской впадины.

1 – докайнозойские образования; 2 – средний палеоцен, богопольская свита; 3 – верхний палеоцен, тадушинская свита; 4 – нижний эоцен, светлинская свита; 5 – средний эоцен, суворовские базальты; 6 – верхний олигоцен – неоген, крушевская толща; 7 – четвертичные отложения; 8 – риолиты, игнимбриты, туфы; 9 – алевриты, песчаники, угли; 10 – песчаники, гравелиты; 11 – лавы и туфы базальтов; 12 – конглобрекции; 13 – тектонические контакты: сбросы второстепенные (а), сбросы, ограничивающие вулканотектонические структуры (б); 14 – геологические точки; 15 – пункты сбора макрофитофоссилий (а); радиоизотопные даты (б): возраст, млн лет и метод (К – калий-аргоновый, У – уран-свинцовый).

фического перерыва. Сам контакт в настоящее время визуально не наблюдаем из-за осыпных явлений. Для риолитовых туфов в зоне контакта нами получена радиоизотопная K/Ar дата по монофракции биотита ( $75.2 \pm 1.2$  млн лет), что совершенно не соответствует принимаемому в то время возрасту богопольской свиты (терминальный маастрихт). Заметим, что полученная дата согласуется с ранее известной из того же разреза –  $74 \pm 4.0$  млн лет [4].

Оценка заключения С.И. Неволоиной о раннепалеоценовом (датском) возрасте тадушинской флоры дана нами ранее [33]. Тадушинский флористический комплекс из стратотипической местности свиты (бассейн р. Зеркальной), развернуто представленный в производственном отчете С.И. Неволоиной, включает представителей 150 видов, однако только 47 из них сопровождаются иллюстрациями соответствующих растений. Значительная часть из этих 47 таксонов описана как новые виды, единично как новые комбинации. Обе группы, естественно, не могут быть привлечены для корреляционных целей, так же как и виды широкого стратиграфического диапазона. Еще большее число видов дано в открытой номенклатуре, причем часть из них со знаком сомнения (?) в родовой принадлежности ископаемого растения. За

вычетом названных, остается 15 названий, включая 7 видов, сопровождаемых знаком «aff.», указывающим на весьма поверхностное сходство с конкретным таксоном. Таким образом, количество видов, которые интерпретируются как характерные для мела или раннего палеоцена, весьма ограничено.

Анализ выполненных определений последних показывает, что речь идет о таксонах либо похожих на известные из более широкого (включая эоцен) диапазона, либо сомнительных из-за низкой сохранности материала, либо, наконец, ошибочно определенных. Возможно, заключение о датском возрасте тадушинской флоры сложилось под влиянием выводов М.О. Борсук [7] в отношении похожей тахобинской флоры, возраст которой она оценила как переходный от позднего мела к палеоцену. Таким образом, оснований для удревления возраста тадушинской флоры до маастрихта–дания включительно явно недостаточно. Более вероятно, возраст комплекса тадушинских растений отвечает позднему палеоцену с возможным смещением нижней границы в средний палеоцен. На это указывают результаты радиоизотопного датирования U-Pb методом по цирконам богопольских вулканитов в стратотипе одноименной свиты, перекрываемой тадушинскими туффитами с комплексом

растений. Полученный средневзвешенный возраст ( $57.5 \pm 1.5$  млн лет) ограничивает нижний возрастной предел богопольской свиты рубежом средний/поздний палеоцен, следовательно, перекрывающая ее тадушинская свита существенно моложе, чем ранее считалось, и потому разрез в Устиновском карьере, естественно, не может служить стратотипом мел/палеогеновой границы из-за продолжительного, зафиксированного в нем стратиграфического перерыва.

Похожая картина наблюдается в бассейне р. Соболевка (бывшая Тахобе), где флора, аналогичная тадушинской, характеризует тахобинскую свиту, залегающую с перерывом на левособолевских риолитовых туфах. Сведения о каких-либо иных разрезах для маркирования мел/палеогеновой границы на остальной территории Приморья, похоже, отсутствуют, поскольку палеоцен в регионе известен только на востоке Сихотэ-Алиня. Решение данной проблемы сегодня реально на территории Приамурья, где имеются более или менее непрерывные разрезы верхнемеловых–палеоценовых отложений. Там, в бассейне р. Дармакан, изучены пограничные мел-палеоценовые слои и предложен стратотип мел/палеогеновой границы [44].

#### Граница между палеоценовым и эоценовым отделами (56.0 млн лет)

Поиск разреза, в котором можно было бы выбрать слой или группу слоев и отождествить его (ее) подошву со стратотипом границы палеоцен/эоцен, логично вести в Зеркальненской впадине, где, по крайней мере, известен палеонтологически охарактеризованный палеоцен (тадушинская свита). Однако здесь пока не найдены переходные к эоцену слои. В окрестностях упомянутой Сопки Угольной тадушинская свита перекрыта суворовскими базальтами, по которым ранее получены радиоизотопные даты в интервале 45–46 млн лет [33, 55, 56]. Данные о возрасте кровли тадушинской свиты в этом разрезе отсутствуют, поскольку контакт ее с базальтами не доступен для наблюдения из-за развития осыпей. К тому же, суворовские базальты не формируют отчетливо выраженного стратиформного тела, и их традиционное включение в перечень стратиграфических подразделений, включая нашу предыдущую публикацию [33], – это всего лишь дань традиции. Более целесообразно рассматривать их как субвулканический комплекс.

В [33] принят вариант, согласно которому положение кровли тадушинской свиты сопоставляется с кровлей танетского яруса ОСШ, хотя взаимоотношения ее с выше залегающей светлинской свитой остаются неясными (рис. 3).

В отложениях последней обнаружены растительные остатки, среди которых установлено присутствие

Общ. стратигр. шкала		Местные стратиграфические подразделения		
ПАЛЕОГЕН	ЭОЦЕН	НИЖ.	ИПР 56.0 млн л.	СВЕТЛИНСКАЯ СВИТА Песчаники, алевролиты углистые, гравийники. Макрофоссилии; споры и пыльца. 45–277 м
	ПАЛЕОЦЕН	ВЕРХ.	ТАНЕТ	ТАДУШИНСКАЯ СВИТА Туффиты, “шоколадные” алевролиты, угли. Макрофоссилии; споры и пыльца 120 м
		СРЕД.	ЗЕЛАНДИЙ	БОГОПОЛЬСКАЯ СВИТА Риолиты, игнимбриты, вулканические стекла, туфы. 59 млн л. 150 м
	НИЖ.	ДАНИЙ	66.0 млн л.	?

Рис. 3. Стратиграфическая схема нижнего палеогена Зеркальненской впадины.

*Equisetum arcticum* Heer, *Populus celastropylla* (Baik.) Sycheva [23] – видов, характерных для палеоцена–эоцена. Наша коллекция растений из светлинской свиты весьма скромная [33], она может лишь указывать на то, что верхний возрастной предел светлинской свиты не моложе эоцена.

Таким образом, перспективы выбора обоснованного и доступного для наблюдения варианта палеоцен/эоценовой границы в Зеркальненской впадине остаются неопределенными; в принятом нами приближенном варианте граница проходит между тадушинской и светлинской свитами, хотя в едином разрезе она непосредственно нигде не наблюдалась.

На остальной территории Приморья разрезы, пригодные для маркирования палеоцен/эоценовой границы и выбора ее стратотипа, неизвестны. Предположительно граница приурочена к подошве угленосного эоценового комплекса на п-ове Речной. Схематический разрез там состоит из трех свит [30], нижняя из них, угловская, залегающая со стратиграфическим перерывом на нижнемеловых отложениях. Ее подошва может рассматриваться в качестве основания эоцена. Это заключение базируется, во-первых, на присутствии в пылевых спектрах и макрофоссилиях базальных слоев угловской свиты ряда растений, характерных для палеоцена [6]. Во-вторых, в наличии большого количества термофильных растений в составе комплекса болотнинской флоры, приуроченной к терминальной части разреза угловской свиты. Эта флора, самая термофильная в ряду кайнозойских палеофлор Приморья [2], отражает глобальный эоценовый климатический оптимум, положение которого, как установлено [60], охватывает пограничный интервал между ранним и средним эоценом. Таким образом, подошва угловской свиты приблизительно соответствует основанию эоцена ОСШ, хотя она не

может выполнять роль полноценной палеоцен/эоценовой границы из-за своей своеобразной «односторонности».

Аналогичная картина характерна для разреза, известного в Нижнебикинской впадине. Здесь угленосная толща, аналог угловской свиты п-ва Речной, залегает на юрских отложениях. В ней также обнаружены растения, характерные для эоцена, единичные из них чаще отмечаются в палеоценовых флорах. К ним относятся *Credneria inordinata* Heer, *Platanus basicordata* Budants., *Utkholokia uvelensis* Пјинскаја et Cheleb.

### Граница между эоценовым и олигоценовым отделами (33.9 млн лет)

Несколько лучше в регионе выглядит ситуация с проблемой маркирования эоцен/олигоценовой границы. Имеется ряд разрезов, перспективных для решения этой задачи. Все они приурочены к югу Приморья. Литолого-стратиграфические колонки по ним приведены в [35]. Во всех без исключения фиксируется четкий переход от угленосной хасанской свиты или одновозрастной ей нижнепавловской подсвиты к туфоалевролитовой безугольной нижнефаташинской или среднепавловской подсвитам. Относительно лучше переход изучен в Хасанской впадине. Здесь основание разреза хасанской свиты характеризуется U-Pb радиоизотопными датами по цирконам в интервале 37–38 млн лет [45]. Напомним, что эти даты фиксируют лишь возраст самой молодой группы цирконов и тем самым вероятный нижний возрастной предел самой свиты. По нижнефаташинской подсвите у нас отсутствуют датировки, поскольку цирконы из очень тонкообломочных туфоалевролитовых пород подсвиты добыть не удалось. Зато в ней обнаружены специфические растения – остатки плодов представителей родов *Craigia* (Tiliaceae), *Chaneya* (Simaroubaceae), *Dipteronia* (Sapindaceae), *Alfaropsis* (Juglandaceae) и листьев *Quercus ussuriensis* Krysh., *Q. kodairae* Huz., *Fagopsis japonica* Tanai и др. Находки некоторых из них чаще приурочены к нижнеолигоценовым или более древним эоцен-палеоценовым отложениям, а другие обнаружены пока исключительно в нижнем олигоцене. Верхняя граница распространения тех и других по нашим данным ограничена рубежом ранний/поздний рюпель [32].

Вместе с тем, часть перечисленных таксонов, принадлежащих родам *Craigia*, *Chaneya*, *Dipteronia*, отличаются необычайно широким географическим распространением: ареал их находок протягивается от штата Орегон в США, через территорию Японии, Кореи, Приморья до провинции Юньнань в КНР.

В Приморье представители этих родов обнаружены в краскинском захоронении [35]. Аналогом

краскинского комплекса на территории севера Кореи является флора Kungshi [52], характеризующая формуацию Saeryyol [50]. В Японии, на северо-востоке о-ва Хоккайдо ему соответствует флора Wakamatsuzawa. Возраст дацитов 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 л. (метод треков) [57]. На территории США, в штате Орегон краскинскому флористическому уровню 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) [54]. В китайской провинции Юньнань возраст слоев с близким комплексом растений (флора Lühe) соответствует уровню 32–33 млн л (U-Pb даты по цирконам). Примечательно, что в составе флоры Lühe присутствует *Dipteronia brownii* McLain et Manchester [53] – вид, установленный (по плодам) во флорах Краскино [35, рис. 8–17] и вышеупомянутой флоре Bridge Creek [54]. Соответствующая формация, сложенная туфами, туфоалевролитами и охарактеризованная флорой Lühe, также подстилается верхнеэоценовой угленосной толщей [59].

Кроме того, важно, что краскинский комплекс в типовом местонахождении включает часть растений, характерных для эоцена [32]. Эоценовый ценотический элемент состоит из *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Archeampelos acerifolia* McIver et Bassinger, а также *Alnus ezoensis* Tanai, *A. yubarica* Tanai, *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Platanus aculeata* Klimova и ряда других.

Приведенные данные свидетельствуют об отсутствии значительного по продолжительности стратиграфического перерыва между хасанской и фаташинской свитами и о возможности корреляции этого рубежа с границей между эоценом и олигоценом, принятой в ОСШ. Его предлагается считать стратотипом эоцен/олигоценовой границы в кайнозое Приморья.

Принятый нами вариант границы маркируется достаточно резкой сменой литолого-фациального облика исходных осадков. Отложения хасанской свиты формировались в условиях долины крупной высокопорядковой реки, сравнимой с современной Туманной, судя по размерности аллювиального обломочного материала.

На отдельных участках долины возникали условия, благоприятные для накопления и консервации растительной мортмассы, давшей впоследствии пласты бурого угля. Фаташинская свита отражает смену условий седиментации: началось заозеривание речной долины. Возникшее озеро ограничивалось с одной стороны горным склоном, с другой граничило с приустьевыми равнинными участками продолжавшей

существовать речной долины. Вероятно, озеро было проточным, судя по отсутствию растительного детрита в соответствующих отложениях.

Принятая нами палеогеографическая реконструкция объясняет основную особенность соответствующих палеофлор. На опубликованной ранее спорово-пыльцевой диаграмме [35, рис. 4] эоцен-олигоценовая граница практически не проявила себя в смене состава спорово-пыльцевых комплексов. Повидимому, это объясняется отсутствием резких изменений климата, а смена фациальной обстановки не повлияла на состав пыльцевых спектров, дающих в силу воздушного переноса пыльцы интегрированное представление о характере растительности.

Иначе отреагировали на это комплексы макрофоссилий. В тафоценозах хасанской свиты представлены преимущественно обитатели речной долины, тогда как сообщества фаташинских растений отражают палеофитоценозы горного склона и плакоров. Для фаташинского комплекса показательно обилие остатков сосновых, буковых, березовых, при почти полном отсутствии ив, тополей, ильмов, ликвидамбара.

#### Граница между палеогеновой и неогеновой системами (23.03 млн лет)

В обобщающей работе по стратиграфии кайнозоя Приморья [30] проблема палеоген/неогеновой границы специально не обсуждалась. Ей посвящена отдельная публикация [34]. В ней снова был затронут вопрос о возрасте усть-давыдовской свиты, к подошве которой, как официально считается с середины 1950-х годов и до настоящего времени, приурочена указанная граница. Со ссылкой на ранее опубликованные палеонтологические материалы [29] подтвержден палеогеновый (позднеэоценовый) возраст свиты и, как следствие, непригодность разреза третичных отложений на п-ове Речной, включающего стратотип указанной свиты, для решения вопроса о границе между палеогеном и неогеном. Это объясняется отсутствием в разрезе олигоцена и полной неопределенностью с верхней границей самой усть-давыдовской свиты.

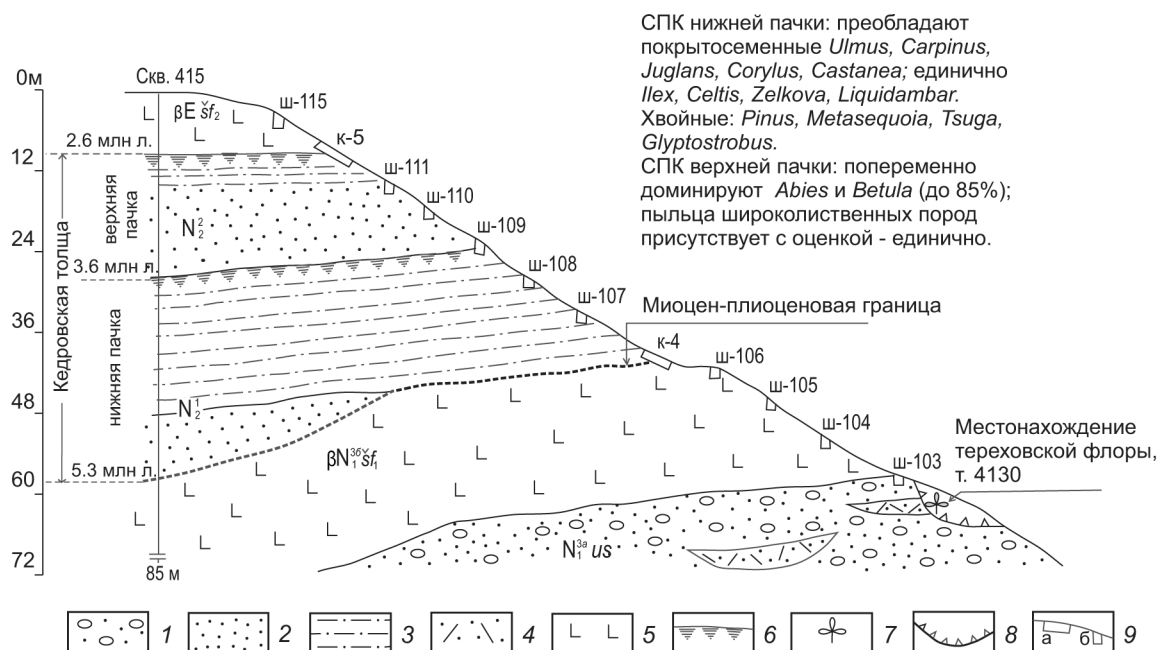
Вместе с тем, на юге Приморья имеется ряд довольно хорошо изученных разрезов, вполне перспективных на роль типовых для маркирования палеоген/неогеновой границы и выбора ее стратотипа (рис. 1). Наиболее известные из них связаны с Нежинским и Раковским буроугольными месторождениями. Детальное описание нежинского разреза приведено в [31], а раковского – в [34]. Данные публикации доступны в информационном поле, и потому нет нужды повторять изложенную в них аргументацию. Для выбора стратотипа палеоген/

неогеновой границы использован разрез по скв. 15, пробуренной в северо-западном секторе Раковской впадины. В отличие от эоцен/олигоценовой границы с резко выраженной сменой литологического типа пород, переход от палеогена к неогену носит несколько нечеткий, «размытый» характер. В выбранном стратотипическом разрезе ему соответствует интервал 55–60 м [34].

При переходе от палеогена к неогену происходит постепенная смена облика пород. Терминальный палеоген еще включает угольные пласты промышленной мощности (Нежинское, Павловское месторождения). В разрезах роль грубообломочных пород незначительна; преобладают песчаники, алевролиты с зеленовато-серой окраской, отличающиеся своеобразной землистостью, пылеватостью, обилием лигнитизированной органики в крупноразмерных фракциях, насыщенностью мелкодисперсным растительным детритом. Характерно присутствие сидеритовых макро- и микроконкреций, показательно наличие углефицированной пленки на листовых остатках.

Нижний миоцен отличается чередованием в разрезе грубо- и тонкообломочных пород, преобладанием светло-желтых, белесых окрасок, селективной цементацией водным кремнеземом отдельных слоев, присутствием в разной степени перетолженного тэфрового материала с нарастанием его роли вверх по разрезу до образования туффитов и вторичных туфов, а также угасанием угленосности до редких линзовидных пропластков низкокачественного бурого угля. Для переходного интервала характерно перекрытие в нем литологических признаков, например, «сосуществование» пирокластики как неогенового признака и сидеритовых конкреций, типичных для терминального олигоцена.

Граница выбрана нами по кровле «безбуковых» слоев в скв. 15 [34]. Выше этой границы, по скв. 20 (рис. 1, 2) получены даты по трекам в интервале 19–21 млн лет, а по разрезу, вскрытому на Павловке-2, по цирконам из туфов получена дата 25 млн лет [48], что несколько ниже палеоген/неогеновой границы, принятой в ОСШ. Для позднего олигоцена показателен упрощенный, почти неогеновый состав флористических комплексов [34, рис. 6], их ядро составляют виды из родов *Ulmus*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Populus*, *Salix*, в сопровождении немногочисленных ореховых (*Cyclocarya*, *Juglans*, *Carya*), бобовых и кленов. Хвойные не обнаружены, не встречено ни одного экземпляра буковых. Не удивительно, что такие комплексы на раннем этапе знакомства с ними (участок «Южный», Павловка-1) были оценены как неогеновые [1].



**Рис. 4.** Геолого-геоморфологический разрез пограничных миоцен-плиоценовых образований Пушкинской впадины (бассейн р. Раздольной) (составлен на основе материалов из производственного отчета Павлюткин и др. «Геологическое строение и полезные ископаемые площади трапеций К-52-12-В-а,б (бассейн р. Раздольной)»: с. Вольно-Надеждинское, 1982).

1 – галечники, 2 – пески, 3 – туфодиациты, 4 – туффиты, 5 – базальты, андезибазальты, 6 – ископаемые почвы, 7 – местонахождения макрофоссилий, 8 – карьер, 9 – горные выработки: каналы (а), шурфы (б).

Столь же умеренной выглядит флора из основания неогена [34, рис. 3]. В ее составе дополнительно появляются стиракс и багрянник. Ни в позднеолигоценовом, ни в раннемиоценовом флористических комплексах не обнаружено присутствие растений, показательных для раннего олигоцена (платаны, гинкго) и более древних этапов палеогеновой сукцессии. Смена состава флор на рубеже ранний/поздний олигоцен проявлена гораздо более четко и масштабно, чем при переходе от палеогена к неогену – особенность, характерная и для других регионов [14].

Палинофлора переходных слоев также отличается умеренным обликом, хотя она и богаче комплекса макрофлоры по таксономическому составу. Последнее объясняется как особенностями формирования пыльцевых спектров, так и малочисленностью коллекций макрофоссилий. Однако самая примечательная особенность позднеолигоценовой палинофлоры – явный дефицит пыльцы бука в спектрах до ее полного отсутствия в большинстве проб. Этот интервал, для которого предложено рабочее название «безбуковый горизонт» [25], выполняет роль своеобразного репера в Нежинском и других разрезах. Предложенный нами вариант палеоген/неогеновой границы приурочен к кровле этого условного палиногоризонта.

### Граница между миоценовым и плиоценовым отделами (5.33 млн лет)

Стратиграфическим эквивалентом позднего миоцена в РСС традиционно считается усть-суйфунская свита. Ее стратотипическая местность связана с бассейном р. Раздольной в нижнем течении (юг Приморья), где находятся все типовые разрезы свиты. Один из них известен в окрестностях с. Тереховка (рис. 1, т. 4130). К нему приурочено местонахождение тереховского комплекса ископаемых растений, монографическое описание которого приведено в [28]. Галечники с линзами туффитов, слагающие усть-суйфунскую свиту, перекрываются в этом разрезе андезибазальтами шуфанской свиты, включающей пакет осадочных пород, известный под названием *кедровская толща*. В свою очередь, толща перекрывается покровом базальтов (рис. 4).

Кедровская толща сложена песками, туфодиацитами, алевритами, глинами, формирующими две пачки. Разрез каждой начинается с песков (неплотных песчаников), перекрываемых туфодиацитом, алевритами, глинами, и завершается погребенной ископаемой почвой в кровле. Мощность кедровской толщи, по данным бурения (скв. 415), оценивается в пределах 40–47 м.



Спорово-пыльцевые спектры из нижней пачки характеризуются преобладанием пыльцы покрытосеменных над голосеменными. В составе последних доминирует *Pinus* subg. *Haploxylon* (4–19.2 %), существенно меньше пыльцы *Picea* sect. *Omorica* (1.4–2.3 %), незначительно участие *Taxodiaceae* (1.2–2.3 %). Среди таксоидиевых чаще отмечается пыльца *Metasequoia*, *Glyptostrobus*. Также единично присутствует *Tsuga*, *Cupressaceae*.

В группе покрытосеменных заметную роль играют широколиственные породы: *Castanea* (до 4.3 %), *Carpinus* (до 6 %), *Corylus* (до 3.6 %), *Juglans* (до 5.1 %), *Ulmus* (до 4.3 %), хотя содержание мелколиственных также значительно – *Betula* (2.9 %), *Alnus* (до 19.3 %). Единично встречена пыльца *Ilex*, *Celtis*, *Zelkova*, *Liquidambar*, *Carya*, *Moraceae*. Такие довольно термофильные (для позднего кайнозоя) спектры, по мнению Т.И. Петренко, отражают, вероятно, раннеплиоценовую теплую эпоху, хорошо выраженную на палеотемпературных кривых [47, 49].

Палинологические данные по верхней пачке весьма оригинальны и пока не могут быть однозначно интерпретированы. Выделены два типа спектров: в одном из них явно преобладает пыльца голосеменных, почти исключительно семейства сосновых (до 97 %), в другом абсолютно доминируют покрытосеменные семейства березовых (береза и ольха – в сумме до 83 %). Оба типа почти лишены представителей широколиственных пород. Встречаются лишь редкие пыльцевые зерна *Juglans*, *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Acer*, *Tilia*, *Syringa*, т.е. облик спектров почти четвертичный. Вместе с тем, обилие пыльцы *Abies* (до 36 %) не отмечается ни в одном известном палинокомплексе четвертичных отложений, да и дочетвертичных тоже. К тому же базальты верхнего потока имеют обратную остаточную намагниченность [3]. Комплекс диатомей верхней пачки (по заключению Е.И. Царько) сформирован исключительно молодыми, типичными для четвертичных разрезов североальпийскими формами.

Все сказанное дает основание предполагать, что осадки верхней пачки имеют дочетвертичный (плиоценовый) возраст и, вероятно, синхронны эпохе глобального ухудшения климата в интервале 3.6–2.5 млн лет. В настоящее время многие исследователи полагают, что это плиоценовое похолодание по своей глубине не уступало четвертичным [8, 12, 13]. По данным палинологического анализа, весьма существенное похолодание на уровне примерно 2.4–2.5 млн лет назад отмечено для ряда районов Северной Азии [10, 11]. В составе диатомовой флоры оно проявилось в вымирании умеренно-тепловодных видов центральных родов [37].

Исходя из полученных данных, есть основания предложить в качестве стратотипа миоцен/плиоценовой границы подошву кедровской толщи как относительно лучше изученной в ее типовом разрезе. В региональном смысле миоцен/плиоценовая граница проходит внутри мощной толщи базальтовых лав, формирующих Шуфанское и Шкотовское вулканические плато, и потому вряд ли ее положение сегодня может установлено точнее.

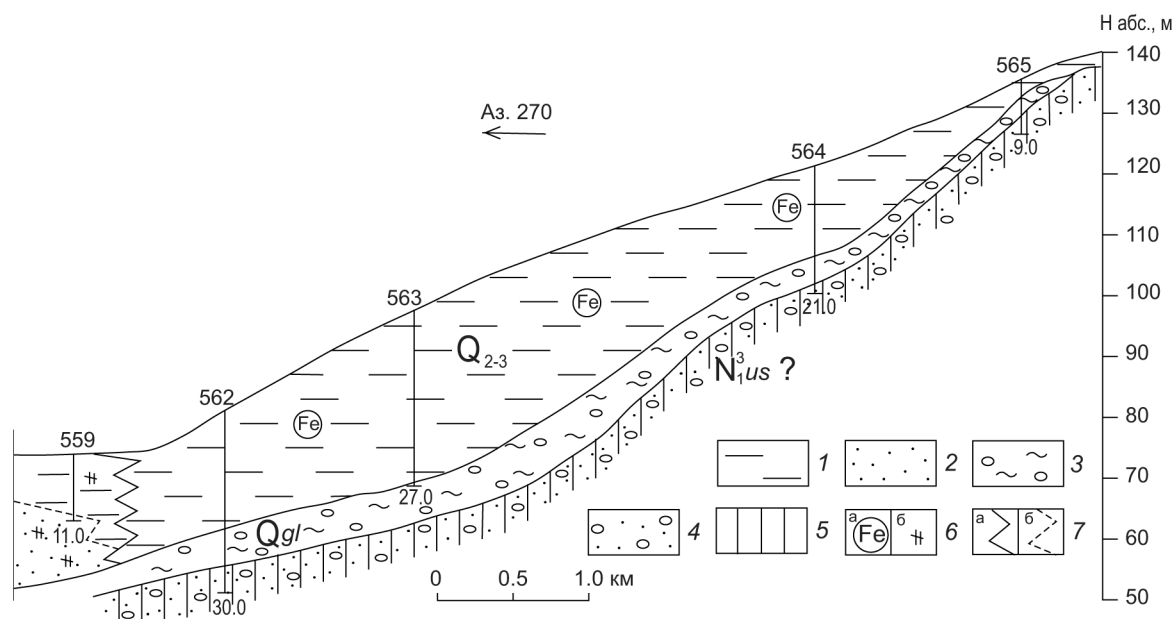
#### Граница между плиоценом и четвертичной системой (2.58 млн лет)

В Приморье данная граница соотносится с подошвой красноцветной «пудинговой» толщи в составе регионального анненского горизонта [30]. Толща сформирована отложениями склонового генетического ряда. В ее составе абсолютно преобладают буровато-красные суглинки с «плавающими» гальками и (или) щебнями. Несмотря на небольшую мощность от 1–2 м в верхних частях склонов до 3–7 м у их подножий, толща важна для стратиграфии верхнего кайнозоя. Ее значение как ярко выраженного литологического репера проявляется в неповторимости в кайнозойском комплексе Приморья. «Пудинговая» толща отграничивает четвертичные отложения от более древних стратонив в кайнозойского региона. В Приханьковье она перекрывается эоплейстоценовой суйфунской свитой [26].

На примере ряда разрезов установлено, что состав и облик находящегося в «пудинговой» толще грубообломочного материала тесно связаны с подстилающими образованиями. Если последние представлены галечниками, то в «пудинговую» толщу переходят гальки наиболее устойчивых пород (кварц, кремни), если толща подстилается скальными породами, то она обогащается щебнями и дресвой этих пород. Наконец, при отсутствии в подстилающем горизонте грубообломочных компонентов последние не отмечаются и в «пудинговой» толще.

Наиболее полно изучен разрез «пудинговой» толщи, приуроченный к пологому, протяженному склону в окрестностях с. Анненка в восточной части Спасской депрессии (рис. 1). В этом районе толщу подстилает каолинистая кора выветривания, развитая на галечниках предположительно позднемиоценового возраста, испытавших позднее интенсивное красноцветное преобразование. Перекрывается толща «бурными суглинками» среднего-верхнего неоплейстоцена (рис. 5).

В породах «пудинговой» толщи не обнаружены растительные остатки, поэтому выводы о ее возрасте базируются на палеонтологических данных по красноцветам прилегающих регионов. В Забайкалье к ним



**Рис. 5.** Геолого-геоморфологический разрез плиоцен-четвертичных отложений в окрестности стратотипа анненского горизонта (Спасская впадина, район с. Анненка).

1 – суглинок бурый, 2 – песок, 3 – глина красная с галькой (пудинговая толща), 4 – галечники, 5 – кора выветривания, 6 – оолиты гидроксидов железа (а), нелигнитизированные древесные остатки (б), 7 – границы: генетических типов (а), литолого-фациальные (б).

относится чикойская свита с остатками позднеплиоценовой гиппарионовой фауны [16, 36]; в Восточной Монголии – пачка интенсивно окрашенных красно-бурых щебнистых глин с гиппарионовой фауной [17]; в Северо-Восточном Китае – нижняя подсвита нихэванской свиты также с фауной гиппарионов [61]. По своему стратиграфическому положению и оригинальным литологическим особенностям анненский горизонт в кайнозое Приморья соответствует четвертичному гелазийскому ярусу в ОСШ.

Изложенные выше данные по литологии и стратиграфии пограничных интервалов кайнозоя в Приморье показаны в форме литолого-стратиграфических колонок (рис. 6).

### Палеофлоры и стратиграфические рубежи кайнозоя

Аргументированное решение проблемы изменения состава палеофлор на основных стратиграфических рубежах кайнозоя в Приморье на сегодня маловероятно из-за отсутствия полноценных данных по флорам некоторых интервалов. В первую очередь это касается сведений о пограничных мел/палеоценовых флорах. Материалы С.И. Неволиной по флорам позднего палеоцена, к сожалению, известны лишь в рукописном варианте. Раннеэоценовые флоры (угловский горизонт) слишком фрагментарны, имеющиеся данные характеризуют только верхнюю составляющую

горизонта [2]. Остатки растений из базальных слоев угловской свиты, наиболее интересной в плане поставленной задачи, немногочисленны, к тому же они не иллюстрированы. Данные о флоре плиоцена ограничиваются комплексами микрофоссилий.

Нами приведены фотоизображения некоторых растений-индикаторов приморских палеоген-неогеновых флористических комплексов (рис. 7).

Выявленные на сегодня стратиграфические интервалы их распространения приведены на сводной диаграмме (рис. 8).

Для рубежа палеоцен/эоцен показательна элиминация из состава эоценовых и более молодых флор представителей родов *Araucaria*, *Fokienia*, *Cinnamotum*, *Parrotiopsis*, а также *Sorbaria gracilis*. Выше границы ранний/средний эоцен уже не встречаются *Ulmus furcinervis*, *Credneria*, известные с палеоцена древние платаны, а также *Populus celastrophylla*, характерный для палеоцена Сахалина и раннего эоцена Приморья. Эоцен/олигоценый рубеж не перешли такие показательные для эоцена виды, как *Populus iljinskajae* и *Nordenskioldia borealis*, но самым впечатляющим уровнем изменения флористического состава оказался переход от раннего к позднему олигоцену. Он является финальным для многих широко распространенных в палеоцене–эоцене таксонов. В их числе *Zelkova kushiroensis*, *Trochodendroides arctica* f. *cocculifolia*, *Plafkeria basiobliqua*, *Archeampelos*

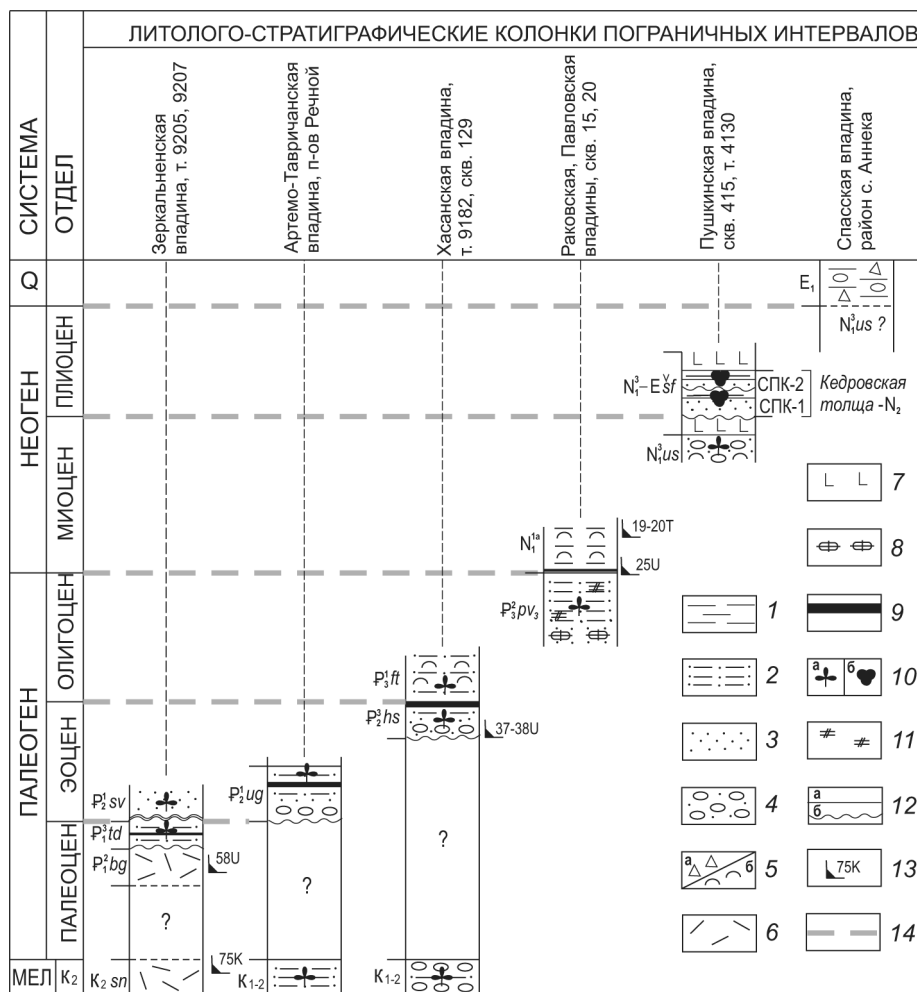


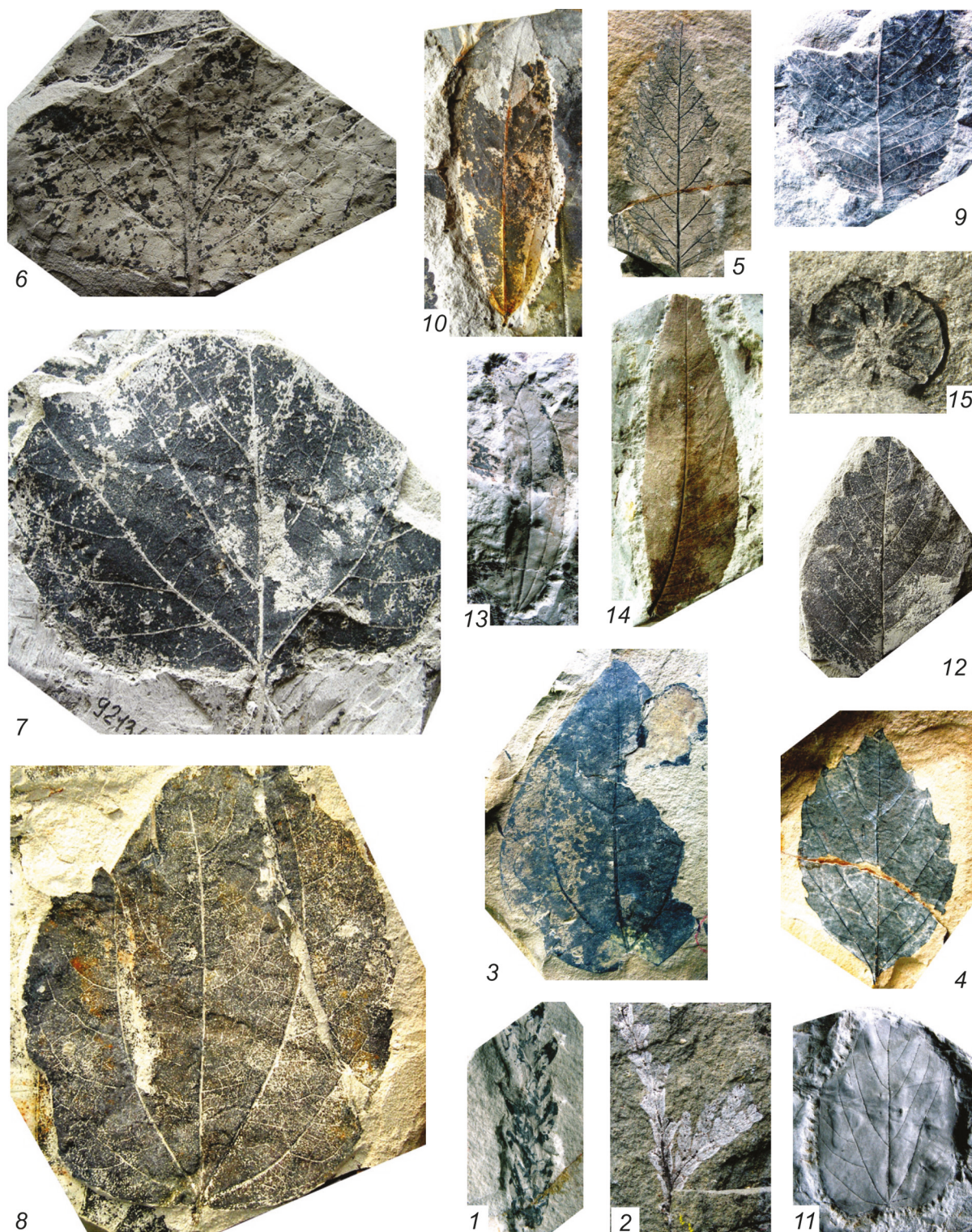
Рис. 6. Пограничные стратиграфические интервалы.

1 – глины, суглинки; 2 – алевроиты, алевролиты; 3 – пески, песчаники; 4 – галечники; 5 – щебни (а), вулканическая тефра (б); 6 – риолиты; 7 – андезитобазальты; 8 – сидеритовые макроконкреции; 9 – уголь бурый; 10 – уровни сбора макрофоссилий (а), отбора проб для спорово-пыльцевого анализа (СПК – спорово-пыльцевой комплекс) (б); 11 – фрагменты лигнитизированной древесины; 12 – границы стратиграфические согласные (а), несогласные (б); 13 – данные радиоизотопного анализа: возраст в млн лет, тип анализа: К – калий аргонный, U – уран свинцовый, по цирконам, T – трекковый; 14 – основные стратиграфические рубежи.

*acerifolia* и, наконец, одни из самых часто упоминаемых в составе палеоцен-эоценовых флор виды из родов *Ginkgo* и *Platanus*. Филогенетическая линия последнего в Азии завершилась угасанием *Platanus aculeata*, предковые формы которого известны с позднего палеоцена. Начиная с позднего олигоцена получают развитие молодые виды из ильмовых, ореховых, ивовых, кленовых, формирующие ядро флор позднего кайнофита, более известных как флоры тургайского экологического типа.

На территории Приморья их история заканчивается на рубеже ранний/поздний плиоцен, судя по составу пыльцевых спектров нижней пачки кедровской толщи, характеризующих флору теплоумеренного типа. Флора позднего плиоцена (верхняя пачка ке-

дровской толщи) свидетельствует о появлении нового типа растительности – темнохвойной тайги на склонах и водоразделах с преобладанием елово-пихтовых ассоциаций и участием берез, в том числе кустарниковых, при сохранении широколиственных пород в долинных группировках. На рубеже плиоцен/квартер (гелазийский век) территорию Приморья, особенно ее северо-западную часть, затронули аридизация климата и обусловленный ею распад сомкнутых лесов уже таежного типа, но еще сохранявших в долинных сообществах отдельные элементы тургайского происхождения. После восстановления гумидного типа климата, в эоплейстоцене лесная флора региона приобрела почти современный облик, при этом в ее составе сохранились представители предшествую-



**Рис. 7.** Растения-индикаторы, характеризующие стратиграфические интервалы кайнозоя в Приморье (I–VI – условные номера интервалов).

I – растения из среднего-верхнего палеоцена (тадушинская и тахобинская свиты): 1 – *Araucaria* sp., обр. 9305-1; 2 – *Fokienia* sp., обр. 9305-7; 3 – *Cinnamotum* sp., обр. 9305-12; 4 – *Parrotiopsis* sp., обр. 9305-2; 5 – *Sorbaria gracilis* Nevolina, обр. 9305-6. II – растения из эоцена (угловская, усть-давыдовская и павловская свиты): 6 – *Credneria inordinata* Hollick, обр. 6213-101; 7 – *Platanus basicordata* Budants., обр. 9213-143; 8 – *Utkholokia ulevenensis* Iljinskaja et Cheleb., обр. 9213-144; 9 – *Ulmus furcinervis* (Borsuk) Ablav, обр. 9136-10; 10 – *Populus celastrophylla* (Baik.) Sycheva, обр. 6213-109; 11 – *Grewiopsis* sp., обр. 9136-2; 12 – *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., обр. 6213-123; 13 – *Populus iljinskajae* Akhmet., обр. 9136-3; 14 – *Ulmus auriculata* Pavlyutkin, обр. 9142-269; 15 – *Nordenskioldia borealis* Heer, обр. 9035-53,  $\times 3$ .



**Рис. 7.** (Окончание). III – растения из верхнего эоцена (усть-давыдовская свита и нижнепавловская подсвита): 16 – *Plafkeria basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai, обр. 9142-248; 17 – *Archeampelos acerifolia* McIver et Basinger, обр. 9142-425. IV – растения из нижнего олигоцена (фагашинская свита): 18 – *Ginkgo* ex gr. *adiantoides* (Ung.) Heer, обр. 9182-1122; 19 – *Platanus aculeata* Klimova, обр. 9182-966; 20 – *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, обр. 9182-1320; 21 – *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, обр. 9182-727; 22 – *Quercus ussuriensis* Krysh., обр. 9182-1343; 23 – *Alfaropsis koreanica* (Oishi) Пјинская, обр. 9182-938, ×2; 24 – *Nyssidum arcticum* (Heer) Пјинская, обр. 9182-1374, × 2. V – растения из верхнего олигоцена–нижнего миоцена (верхнепавловская подсвита синеутесовская свита): 25 – *Cyclocarya* sp., обр. 9180-47; 26 – *Hemitrapa borealis* Heer, обр. 9200-24. VI – растения из миоцена (нежинская и усть-суйфунская свиты): 27 – *Acer rotundatum* Huz., обр. 9180-3-256; 28 – *Zelkova zelkovifolia* (Ung.) Bůžek et Kotlaba, обр. 4130-334; 29 – *Grewia* sp., обр. 4130-340.



ских туффигов с одноименным комплексом растений – терминальному среднему и позднему палеоцену.

2. Граница между палеоценом и эоценом из-за отсутствия соответствующих разрезов не может быть установлена с приемлемой точностью. Нижней границе эоцена с некоторой долей условности соответствует подошва угловской свиты в ее стратотипе на п-ове Речной, а также в гипостратотипе в Нижнебикинской впадине.

3. Эоцен/олигоценая граница коррелируется с переходом от угленосной хасанской свиты к безугольной туфоалевролитовой фаташинской свите. Стратотип границы выбран в Хасанской впадине.

4. Палеоген/неогеновая граница приурочена к интервалу смены литологического типа пород от угленосного верхнего олигоцена к туфоалевролитам, туффигам, слагающим основание миоцена. Стратотип границы выбран в Раковской впадине (скв. 15), он приурочен к кровле «безбукового» палиногоризонта.

5. Миоцен/плиоценовая граница проходит внутри комплекса базальтовых лав с пакетами осадочных пород, формирующих Шуфанское и Шкотовское вулканические плато. Граница выбрана по подошве кедровской толщи, сложенной туфодиазомитами, песками, глинами и ограниченной сверху и снизу базальтами.

6. Плиоцен/четвертичная граница соответствует подошве красноцветной «пудинговой» толщи (анненский региональный горизонт), коррелируемой с гелазийским ярусом Общей стратиграфической шкалы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аблаев А.Г. Дополнительные данные по морфологии ископаемых листьев ликвидамбара Дальнего Востока // Вопросы биостратиграфии советского Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974. С. 113–117.
- Аблаев А.Г. Биостратиграфия палеогена побережья юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2000. 116 с.
- Алексеев М.Н. Антропоген Восточной Азии. М.: Наука, 1978. 208 с.
- Аракелянц М.М., Ахметьев М.А., Филимонова Л.Г. Возраст вулканитов Южного Сихотэ-Алиня // Докл. АН СССР. 1982. Т. 262, № 4. С. 946–948.
- Ахметьев М.А. Ископаемые флоры стратотипического разреза неогена Среднего Сахалина // Сов. геология. 1976. № 2. С. 130–136.
- Ахметьев М.А., Болотникова М.Д., Братцева Г.М., Красилов В.А. Стратиграфия и палеофлористика опорного разреза кайнозоя Южного Приморья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1978. № 4. С. 61–75.
- Борсук М.О. Ископаемая флора верхнемеловых отложений Приморья (р. Тахобе). Тр. ВСЕГЕИ. М.: Гос. изд-во геол. литературы, 1952. 70 с.
- Величко А.А. Структура термических изменений палеоклиматов мезо-кайнозоя по материалам изучения Восточной Европы // Климаты Земли в геологическом прошлом. М.: Наука, 1987. С. 5–43.
- Власов Г.М. Схема стратиграфии третичных отложений южной части советского Дальнего Востока // Совещание по разработке унифицированных стратиграфических схем Дальнего Востока, Хабаровск, 1956 г. (тезисы). Хабаровск: ПГУ Дальгеология, 1956. С. 70–72.
- Волкова В.С., Баранова Ю.П. Плиоцен-раннеплейстоценовые изменения климата в Северной Азии // Геол. и геофиз. 1980. № 7. С. 43–52.
- Волкова В.С. Развитие флоры и растительности в позднем плиоцене и плейстоцене // Геологические события антропогенного времени на территории Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С. 45–56.
- Гладенков Ю.Б. Морской верхний кайнозой северных районов. М.: Наука, 1978. 194 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 313).
- Гричук В.П. Древнейшее материковое оледенение в Европе, его признаки и стратиграфическое положение // Вопросы палеогеографии плейстоцена ледниковых и перигляциальных областей. М.: Наука, 1981. С. 7–35.
- Жилин С.Г. Основные этапы формирования умеренной лесной флоры в олигоцене–раннем миоцене Казахстана // Комаровские чтения; Вып. 3. Л.: Наука, 1984. 112 с.
- Ископаемые цветковые растения СССР Т. 1 / Под ред. Л.А. Тахтаджяна. Л.: Наука, 1974. 190 с.
- Корина Н.А., Певзнер М.А., Чичагов В.П. Применение палеомагнитного метода при исследовании истории долин Северной Монголии // Геоморфология. 1974. № 4. С. 36–43.
- Корнутова Е.И., Хотина Е.Б., Заморуев В.В. Верхнеплиоценовые и плейстоценовые отложения юга Забайкалья // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 200. 1975. 134 с.
- Красилов В.А. Смена флоры на границе мела и палеогена в Кавалеровском районе, Приморье // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 34–37.
- Криштофович А.Н. О третичной флоре бухты Посьет, собранной Э.Э. Аннертом в 1919 году: Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока. 1921. № 1. С. 1–28.
- Криштофович А.Н. Новые данные о третичной флоре Новокиевска и других мест Уссурийского края // Ежегодн. ВПО. 1937. Т. 11. С. 49–57.
- Криштофович А.Н. Миоценовые растения из суйфунской свиты Уссурийского края // Бот. журн. 1946. Т. 31, № 4. С. 7–34.
- 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. Хабаровск: 1990. С. 279–280 (Тез. докл. 4-го Дальневост. регион. стратигр. совещания).
- Михайлов В.А., Феоктистов Ю.М., Климова Р.С. Новые данные по фитостратиграфии кайнозоя восточной части Зеркальной депрессии // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 38–49.
- Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Палеогеновые отложения мульты Восточной Павловского бурогоугольного месторождения // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 116–120.

25. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия пограничных отложений олигоцена и миоцена в Приморье // Стратиграфия. Геол. коррел. 1994. Т. 2, № 6. С. 119–127.
26. Павлюткин Б.И. Неогеновые красноцветы Приморья // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14, № 2. С. 119–125.
27. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Проблемы стратиграфии третичных образований полуострова Посыет и прилегающей территории (Юго-Западное Приморье) // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 1. С. 89–98.
28. Павлюткин Б.И. Позднемиоценовая флора Тереховки, Южное Приморье. Владивосток: Дальнаука, 2001. 128 с.
29. Павлюткин Б.И. Усть-давыдовская свита – ключевой палеогеновый стратон Приморья // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 6. С. 78–92.
30. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 125 с.
31. Павлюткин Б.И., Чекрызов И.Ю., Петренко Т.И. Стратиграфия пограничных олигоцен-миоценовых отложений Нежинского бурогоугольного месторождения (Приморье) и проблема палеоген/неогеновой границы в регионе // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 4. С. 55–73.
32. Павлюткин Б.И., Чекрызов И.Ю., Петренко Т.И. Геология и флоры нижнего олигоцена Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 236 с.
33. Павлюткин Б.И., Чекрызов И.Ю., Петренко Т.И. Проблемы стратиграфии палеогена–неогена Зеркальненской впадины (Восточный Сихотэ Алин) // Тихоокеан. геология. 2016. Т. 35, № 4. С. 49–64.
34. Павлюткин Б. И., Петренко Т. И., Чекрызов И. Ю. Палеоген-неогеновая граница в Приморье // Тихоокеан. геология. 2018. Т. 37, № 2. С. 43–58.
35. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И., Чекрызов И.Ю., Чашин А.А. Граница между эоценом и олигоценом в кайнозойском комплексе в Приморье (Дальний Восток России) // Тихоокеан. геология. 2022. Т. 4, № 4. С. 97–115.
36. Покатилов А.Г. К вопросу о детальной стратиграфии верхнекайнозойской красноцветной формации юга Восточной Сибири // Геология и геофизика. 1985. № 7. С. 40–47.
37. Пушкарь В.С., Лихачева О.Ю., Усольцева М.В. Зональная диатомовая шкала континентального неогена Приморья // Альгология. 2019. Т. 29, № 2. С. 201–216.
38. 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.)
39. Решения Дальневосточного межведомственного стратиграфического совещания (Владивосток, 1965 г.). Л.: ВСЕГЕИ, 1971. 107 с.
40. Решения Межведомственного совещания по выработке унифицированных стратиграфических схем для Дальнего Востока. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 51 с.
41. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока СССР (Владивосток, 1978 г.). Магадан: ГКП СВПО, 1982 (Препр.). 182 с.
42. Скороход В.З. Основные черты геологического строения южной части советского Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Прим. геогр. общества, 1941. 265 с.
43. Стратиграфический кодекс России (издание третье, исправленное и дополненное). Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. 93 с.
44. Флора и динозавры на границе мела и палеогена Зейско-Буреинского бассейна / Ред. Е.В. Бугдаева. Владивосток: Дальнаука, 2001. 162 с.
45. Чашин А.А., Павлюткин Б.И., Чекрызов И.Ю., Хубанов В.Б., Цуцуми Юкиясу, Чашин С.А. Новые данные по возрасту угленосных отложений Юго-Западного Приморья и их значение для стратиграфии кайнозоя Дальневосточного региона // Изв. Томского политех. ун-та. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333, № 1. С. 15–25.
46. Штемпель Б.М. Угловский район. Отчет о геологическом исследовании осенью 1924 г. // Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока. 1926. № 45. С. 1–88.
47. Ясаманов Н.А. К вопросу о глобальных изменениях температурного режима земной поверхности в кайнозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1982. № 10. С. 106–110.
48. Arbuzov S.I., Chekryzhov I.Yu., Spears A., Ilenok S.S., Soktoev B.R., Popov N.Yu. Geology, geochemistry, mineralogy and genesis of the Spetsugli high-germanium coal deposit in the Pavlovsk coalfield, Russian Far East // Ore Geology Reviews. 2021. 139(5):104537
49. Buchgard B. Oxyden isotope palaeotemperatures from the Tertiary period in the Nord Sea area // Nature. 1978. V. 275. P. 121–123.
50. Geology of Korea. Pyongyang Foreign Languages Books Publishing House, 1993. 619 p.
51. Huzioka K. The Aniai Flora of Akita Prefecture, and the Aniaitype floras in Honshu, Japan // J. Minn. Coll. Akita Univ. Ser. A. 1964. V. 3, N 4. P. 1–83.
52. Huzioka K. Tertiary Floras of Korea // J. Minn. Coll. Akita Univ. Ser. A. 1972. V. 5, N 1. P. 1–83.
53. 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 // Geology. 2017. V. 46. P. 3–6.
54. 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.
55. Okamura S., Martynov Y.A., Furuyama K., Nagao K. K-Ar ages of the basaltic rocks from Far East Russia: Constraints on the tectono-magmatism associated with the Japan Sea opening // The Island Arc. 1998. N 7. P. 271–282.
56. Otofujii Y., Matsuda T., Itaya T. et al. Late Cretaceous to early Paleogene paleomagnetic results from Sikhote Alin, far eastern Russia: implications for deformation of East Asia // Earth Planet. Sci. Lett. 1995. V. 130. P. 95–108.
57. Tanai T. Euphorbiaceae and Icacinaceae from the Paleogene of Hokkaido, Japan // Bull. Natn. Sci. Mus. 1990. V. 16, N 3. P. 91–118.
58. Wang Qi. Fruits of Hemitrapa (Trapaceae) from the Miocene of Eastern China, their Correlation with Sporotrapoidites Erdmanii pollen and Palaeobiogeographic Implications // J. Paleontology. 2012. V. 86, N 1. С. 156–166.
59. Wang T.X., Huang J., Ding W.N., Cedric D.R., Su T., Zhou Z.K.



- Fossil involucres of *Ostrya* (Betulaceae) from the Early Oligocene of Yunnan and their biogeographic implications // *Palaeoworld*. 2020. V. 29. P. 752–760.
60. Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present // *Sci*. 2001. V. 292. P. 686–693.
61. Zhou Mu-Lin. Recent progress Quaternary Stratigraphical Division in China // *Marine Geology and Quaternary Geology*. 1985. V. 5, N 4. P. 105–115.

*Рекомендована к печати А.И. Ханчуком,*

*А.В. Гребенниковым*

после доработки 28.03.2024 г.

принята к печати 15.04.2024 г.

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

**Main stratigraphic boundaries in the Cenozoic of Primorye and their manifestation in lithology and palaeofloras**

Within the territory of Primorye, key sections are discussed and compared to the boundaries between high-ranking stratigraphic subdivisions, including the boundaries between the Cretaceous and Paleogene, Paleogene and Neogene, Neogene and Quaternary systems, as well as the boundaries between series within the systems. The following boundaries can be considered as the most valid: the Eocene/Oligocene boundary, timed with the transition from the coal-bearing Khasanskaya Formation to the coalless tuff-siltstone Fatashinskaya Formation (Khasan Basin); the Paleogene/Neogene boundary, marked by the change in the lithological type of rocks from coal-bearing Upper Oligocene to tuff-siltstones, tuffs forming the base of the Miocene (Rakovka Basin). The Miocene/Pliocene boundary is proposed to be drawn within the basaltic lava complex with sedimentary rock packets forming the Shufan volcanic plateau at the base of the Kedrovskaya stratum. The Pliocene/Quaternary boundary corresponds to the base of the red-colored "pudding" sequence (Spassk Basin). The Cretaceous-Paleogene and Paleocene-Eocene boundaries cannot be determined with acceptable accuracy due to the lack of relevant sections in the region.

***Key words: stratigraphic boundaries, Cenozoic, lithology, paleofloras, Primorye.***