

УДК 551.763+561(571.6)

## РАЗВИТИЕ ФЛОР СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ И СЕВЕРНОЙ АЛЯСКИ В ПЕРЕХОДНОЕ ВРЕМЯ МЕЖДУ МЕЛОВЫМ И ПАЛЕОГЕНОВЫМ ПЕРИОДАМИ

© 2009 г. А. Б. Герман, М. А. Ахметьев, Т. М. Кодрул, М. Г. Моисеева, А. И. Яковлева

*Геологический институт РАН, Москва*

*e-mail: herman@ginras.ru*

Поступила в редакцию 10.12.2007 г.

Для выяснения характера событий, происходивших на рубеже мела и палеогена в континентальных условиях, большое значение имеет изучение последовательности ископаемых флор из пограничных отложений Дальнего Востока (Зейско-Буреинская впадина), Северо-Востока России (Корякское нагорье) и Северной Аляски (бассейн р. Сагаванирктюк), существенно дополняющее наше представление о роли в этих событиях палеоклиматических и палеогеографических факторов. Последовательность ископаемых флор Зейско-Буреинской впадины и Северного Китая включает комплексы, датируемые сантоном, кампаном, ранним данием, данием и данием–зеландием. Отмечена преемственность таксономического состава и доминирующих растений между кампанской кундурской и датской среднецагайской флорами. Корякская флора лагуны Амаам (Северо-Восток России) датируется поздним маастрихтом по соотношению флороносных пород с морскими, а флоры Ранняя Сагвон и Поздняя Сагвон Северной Аляски – соответственно данием–зеландием и поздним палеоценом по палинологическим и макрофлористическим данным. Флора Ранняя Сагвон по составу и основным доминантам наиболее близка позднемаастрихтской корякской флоре лагуны Амаам, а флора Поздняя Сагвон – датской (датско-(?)зеландской) флоре из верхней подсвиты цагайской свиты Амурской области, что позволяет предположить формирование палеоценовой флоры Северной Аляски в основном за счет трансберингийских миграций растений из южных палеоширот прилегающих районов Северо-Восточной Азии и Дальнего Востока, которые происходили под влиянием прогрессирующего палеоценового потепления климата. Флоры Дальнего Востока России и высоких широт Азии и Северной Америки не дают никаких свидетельств катастрофического события на границе мела и палеогена, а их развитие, по-видимому, происходило под влиянием климатических изменений, эволюции растений и их миграций.

**Ключевые слова.** Поздний мел, палеоцен, граница, эволюция флор, Дальний Восток, Северо-Восток России, Северная Аляска.

### ВВЕДЕНИЕ

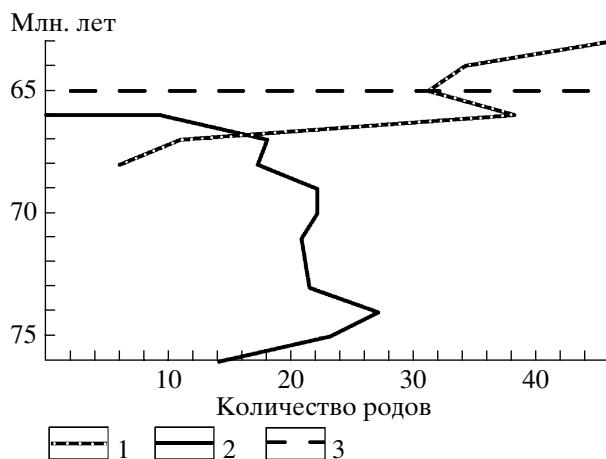
Граница мелового и палеогенового периодов является одним из наиболее ярких рубежей в истории Земли и давно привлекает внимание мирового геологического сообщества. В настоящее время не утихают дискуссии о причинах, времени, продолжительности, характере и темпах вымирания различных групп биоты на этом рубеже. Однако оценка значимости биотических событий существенно различается. Существуют два основных сценария процессов, происходивших на данной границе. Согласно одному из них, на рубеж мела и палеогена приходится крупнейший экосистемный кризис, который сопровождался массовой гибелью живых организмов. Наиболее широко распространенной гипотезой, объясняющей этот кризис, является предположение о крупном импактном событии – падении одного или нескольких астероидов, повлекшим за собой глобальное

катастрофическое вымирание животных и растений (Alvarez et al., 1980). Факторами, действовавшими на биоту вследствие такого импактного события, могли быть уменьшение количества достигающей земной поверхности солнечной радиации из-за глобального распространения облаков пыли и сульфатных аэрозолей, катастрофические лесные пожары, резкое потепление или, наоборот, похолодание климата, значительное возрастание среднегодового количества осадков, существенное повышение содержания углекислого газа в атмосфере (Urchurch et al., 2007). Анализ возможного воздействия перечисленных факторов позволяет предположить, что наступившая после падения астероида темнота, длившаяся по крайней мере один год, снижение температуры воздуха и частичное выгорание биомассы были бы достаточны для прекращения фотосинтеза и существенной редукции наземной биомассы, а последовавшие за этими изменениями долговремен-

ные (длившиеся от 100 до 1 млн. лет) увеличения осадков, температуры и содержания углекислого газа в атмосфере создали бы благоприятные условия для восстановления первичной продуктивности и наземной биомассы (Upchurch et al., 2007).

Американские и ряд западноевропейских геологов обнаружили множество фактов, говорящих в пользу импактных событий на рубеже мела и палеогена. Следует отметить, что аргументы в пользу этого сценария происходят главным образом из средних широт Северной Америки и ряда западноевропейских стран (Wolfe, Upchurch, 1986, 1987; Nichols et al., 1986; Spicer, 1989; Nichols, 1990; Johnson, 1992, 2002; Spicer et al., 1994; Nichols, Johnson, 2002; Nichols, Fleming, 2002; Wilf, Johnson, 2004; Nichols, 2007; Upchurch et al., 2007), т.е. из районов, расположенных относительно недалеко от кратера Чиксулуб на п-ове Юкатан (Мексика), который, как считается, образовался вследствие падения на Землю крупного (диаметром до 10 км) астероида примерно 65 млн. лет назад (Claeys et al., 2002). Свидетельства катастрофического события на границе мела и палеогена также известны из непрерывных карбонатных толщ тропической и субтропической зон Северного полушария, в которых изменения затронули в основном биоту фотического слоя океана (Kaiho, 1994; Keller et al., 2002).

По мнению Г. Апчерча, П. Вилфа, К. Джонсона и Д. Николса с соавторами (см. ссылки выше), флористические изменения на границе мела и палеогена в средних широтах Северной Америки по макрофлористическим и палинологическим данным характеризуются внезапным и резким исчезновением типичных позднемеловых таксонов. Вилф и Джонсон приводят количественный анализ флористических изменений на мел-палеогеновой границе в бассейне Виллистон (Williston Basin) на северо-западе штата Северная Дакота, США (Wilf, Johnson, 2004). Ими было проанализировано более 22 000 образцов из 161 местонахождения и установлено 353 вида ископаемых растений. Экземпляры были собраны послойно (охарактеризованы 128 стратиграфических уровней) из разных фаций верхней части свиты Хелл Крик и основания свиты Форт Юнион, ниже и выше слоев с иридиевой аномалией. По данным этих авторов, максимальное вымирание растений фиксируется на границе мела и палеогена и составляет до 57% видов по макрофлоре, 30% по палинофлоре. В более ранних публикациях, посвященных изучению пограничных разрезов в средних широтах Северной Америки (США, штаты Колорадо, Вайоминг, Монтана, Дакота, Нью-Мексико), масштабы исчезновения позднемеловых растений на данной границе оценивались в следующих пределах: до 79–84% видов среди макроостатков расте-



**Рис. 1.** Относительная встречаемость динозавров и млекопитающих в возрастном интервале 74–63 млн. лет в бассейне Хелл Крик, штат Монтана, США (Benton, 1996, с изменениями). 1 – млекопитающие, 2 – динозавры, 3 – граница мела и палеогена.

ний и 25–30% видов палиноморф (Wolfe, Upchurch, 1987; Johnson et al., 1989; Johnson, 1992).

Согласно альтернативному сценарию, менее распространенному, но приобретающему в последние годы все больше сторонников, импактные события не имели глобальных катастрофических последствий, а ограничились в основном территорией центральных районов США и некоторых стран Западной Европы. Вымирание же на границе мела и палеогена было постепенным и затронуло не все группы меловой биоты. Ведущими факторами биотических изменений вблизи границы мела и палеогена были, по всей видимости, биологическая конкуренция, долговременные и кратковременные климатические флуктуации, эвстатические колебания уровня моря, вулканизм и изменения палеогеографии (Красилов, 2001). Именно эти факторы, действовавшие в комплексе или отдельно, привели к вымиранию одних групп организмов и постепенному замещению их в ходе эволюционных новаций и процессов миграции другими группами животных и растений (Spicer et al., 1994; Герман и др., 2004). Так, количество родов динозавров среднего запада Северной Америки (рис. 1) стало заметно сокращаться, по крайней мере за 4 млн. лет до рассматриваемой границы (Benton, 1996), а одновременное возрастание числа родов млекопитающих, вероятно, свидетельствует о конкурентных взаимоотношениях этих групп тетрапод.

Примечательно, что на приведенном в работе Вилфа и Джонсона (Wilf, Johnson, 2004) рисунке хорошо заметен постепенный характер исчезновения видов растений в отложениях свиты Хелл Крик (Северная Дакота, США) при приближении



**Рис. 2.** Местоположение ископаемых флор.

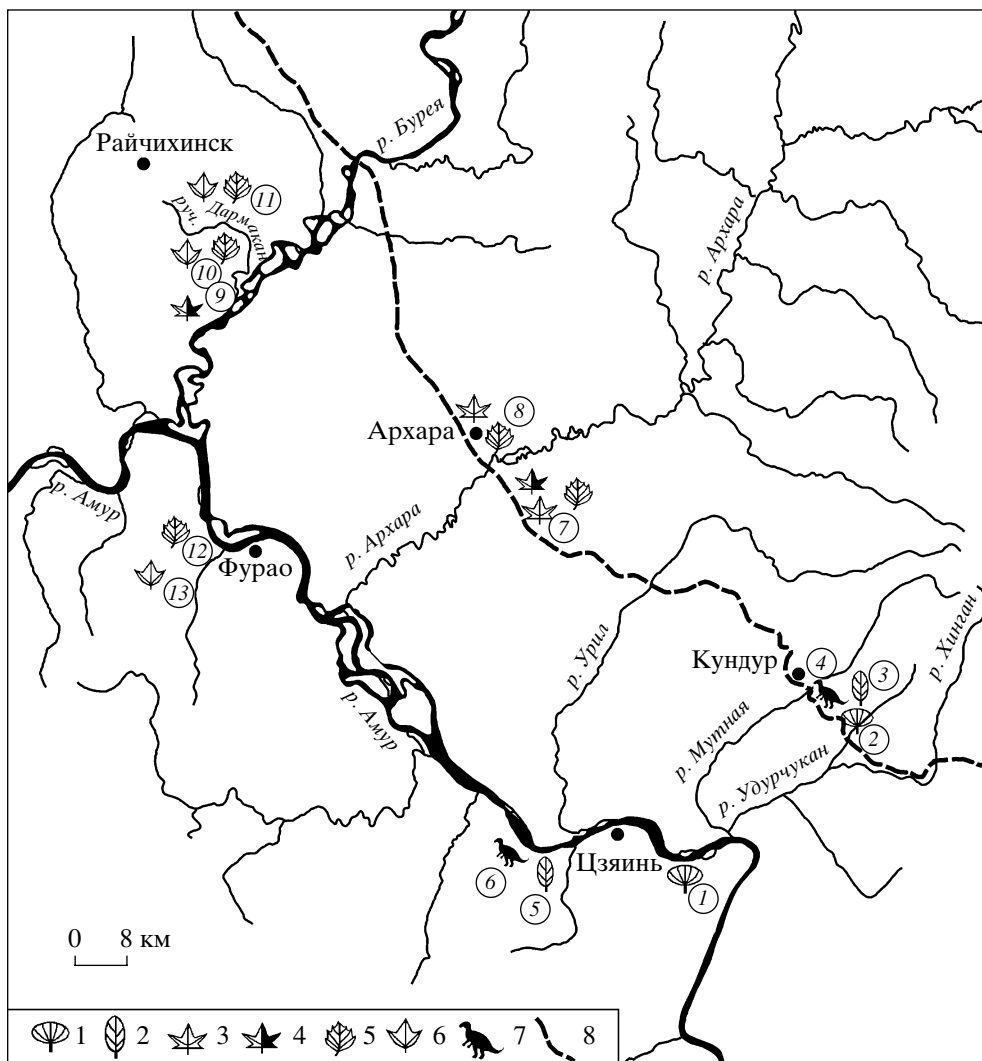
1 – Зейско-Буреинской впадины, 2 – района лагуны Амаам, 3 – бассейна р. Сагаваниркток.

к рубежу мела и палеогена. В Северной Америке хорошо выраженная по изменению флор граница мела и палеогена, вероятнее всего, отмечает не только (возможно, и не столько) катастрофическое импактное событие, но и глобальное похолодание на этом рубеже, вызванное закрытием крупных меридиональных проливов в Северном полушарии. В результате этого похолодания субтропический климат в данном районе сменился на теплоумеренный, что и выразилось в значительном изменении древней флоры.

Рассматривая редукцию ископаемых растений в позднем маастрихте и появление новых таксонов в дании штатов Северная и Южная Дакота, США (Johnson, 2002), необходимо отметить следующее. Из растительного покрова по мере похолодания к концу мела исчезли представители субтропической флоры, адаптированные к “теплой биосфере”. Большинство из них встречается в единичных экземплярах в одном или двух местонахождениях. Такие таксоны составляют в приведенном автором (Johnson, 2002) списке не менее его половины. Что же касается доминирующих таксонов, то они в средних широтах Северной Америки являются обычными компонентами как маастрихтских, так и датских флор и обнаружены во многих местонахождениях. Обратимся только к тем из них (идентичным или викарирующим видам), которые известны также и в российских флорах Западной Пацифики: *Quereuxia angulata* (Newb.) Krysh. ex Baik. (543 экземпляра из 15 местонаждений), *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney (соответственно 190 и 10), *Glyptostrobus europaeus* (Brongn.) Heer (534 и 12), *Cercidiphyllum genatrix* (Newb.) Hickey (88 и 12), *Ettingshausenia raynoldsii* (Newb.) Moiseeva (209 и 34), *Cupressinocladus interruptus* (Newb.) Schweit. (178 и 15), *Cor-*

*nophyllum newberryi* (Hollick) McIver et Basinger (185 и 18), *Zizyphoides flabella* (Newb.) Crane, Manchester et Dilcher (439 и 15), *Nordenskioldia borealis* Heer (15 и 6), *Nyssidium arcticum* (Heer) Pjinsk. (49 и 19) и др., а также большинство папоротников (Johnson, 2002). Таким образом, импактное событие практически не отразилось на доминирующих таксонах, кроме некоторых, наиболее теплолюбивых. Нельзя не обратить внимания на то, что, как и в континентальном обрамлении Западной Пацифики, обновление состава палеоценовых флор в средних широтах Северной Америки было постепенным. Вполне определена также связь изменения таксономического состава флор с различиями фациальных обстановок их локализации: количество местонаждений в русловых фациях составляет в свите Хелл Крик 77%, а в свите Форт Юнион – 21%. В пойменных же фациях оно прямо противоположное: в свите Хелл Крик – 22%, в свите Форт Юнион – 79% (Johnson, 2002). Приводимые данные получены К. Джонсоном при обработке 157 местонаждений.

Для выяснения характера событий, происшедших на данном рубеже в континентальных условиях, большое значение имеет изучение растительных сообществ конца мела и начала палеогена, которое могло бы существенно дополнить наше представление о роли в этих событиях палеоклиматических и палеогеографических факторов. Такие сообщества, исследованные авторами настоящей статьи, происходят из последовательности пограничных преимущественно континентальных отложений трех регионов (рис. 2): Дальнего Востока (Зейско-Буреинская впадина), Северо-Востока России (Корякское нагорье) и Северной Аляски (бассейн р. Сагаваниркток).



**Рис. 3.** Местонахождения меловых и палеогеновых флористических и фаунистических комплексов в бассейне р. Амур. Цифры в кружках: 1 – Юнаньцунь, 2 – Кундур, т. 1808, по (Маркевич и др., 2005а), 3 – Кундур, т. 15, 16, по (Флора и динозавры..., 2001), 4 – Кундур, т. 18, по: (Флора и динозавры..., 2001), 5 – Тайпинлиньчан, 6 – Лонгушань, 7 – Архаро-Богучанское буроугольное месторождение, 8 – Архаринская сопка, 9 – Райчихинское буроугольное месторождение, разрез “Пионер”, 10 – Райчихинское буроугольное месторождение, разрез “Прогресс”, 11 – Белая гора, 12 – Байшантоу, 13 – буроугольное месторождение Уюнь. 1–6 – ископаемые флоры: 1 – среднекундурская и юнаньцуньская, 2 – позднекундурская и тайпинлиньчанская, 3 – богучанская, 4 – буреинская, 5 – пионерская и раннеюньская, 6 – кивдинская и позднеюньская, 7 – кундурский динозавровый комплекс из нижнецагаянской подсвиты, 8 – Транссибирская железнодорожная магистраль.

































## ДАЛЬНИЙ ВОСТОК РОССИИ

### *Стратиграфия и возраст флороносных отложений*

На Дальнем Востоке России пограничный интервал мела и палеогена изучался на юго-востоке Зейско-Буреинской впадины в среднем течении р. Амур (рис. 3). Осадочный чехол депрессии образован верхнемеловыми и кайнозойскими континентальными отложениями, охарактеризованными палиноморфами и макрофитофоссилиями, остатками рептилий, рыб, насекомых, пресноводных моллюсков, остракод и конхострак. Зейско-

Буреинский седиментационный бассейн находится в основном на левом берегу р. Амур, в Амурской области. Его южная окраина располагается на территории Китая (провинция Хейлундзянь), где в обрывистом правом берегу р. Амур хорошо экспонированы верхнемеловые отложения. Палеогеновые разрезы наиболее полно представлены на левобережье в многочисленных угольных карьерах и в естественных выходах вдоль р. Бурея и ее притоков (рис. 4).

История биостратиграфических исследований Зейско-Буреинской впадины продолжительностью более столетия, эволюция взглядов на но-

Возраст		Зейско-Буреинская впадина										
		Юго-восточная часть впадины, Амурская область, Россия					Южная часть впадины, провинция Хейлундзян, Китай					
Верхний мел	Палеоцен	Танет	Цагайская свита	Верхняя подсвита	Кивдинские слои	Кивдинская флора		Свита Уюнь	Верхний Уюнь	Позднеуюньская флора		
						Пионерская флора				Раннеуюньская флора		
	Даний	Верхняя подсвита		Буреинская флора		Свита Юнь	Нижний Уюнь	Богучанская флора		Свита Фурао	Юаньцуньская флора	
				Буреинская флора				Богучанская флора				
	Маастрихт	Нижняя подсвита		Средняя подсвита	Позднекундурская флора		Свита Юйлянцзы	Юаньцуньская флора		Свита Тайпинлинчан	Тайпинлинчанская флора	
					Позднекундурская флора				Тайпинлинчанская флора			
	Кампан	Верхняя толща		Средняя толща	Среднекундурская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора	
						Среднекундурская флора						Юаньцуньская флора
	Сантон	Нижняя толща		Средняя толща	Среднекундурская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора	
						Среднекундурская флора						Юаньцуньская флора
Коньяк	Нижняя толща	Средняя толща	Среднекундурская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора			
				Среднекундурская флора						Юаньцуньская флора		
Тулон	Нижняя толща	Средняя толща	Среднекундурская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора		Свита Юаньцунь	Юаньцуньская флора			
				Среднекундурская флора						Юаньцуньская флора		



**Рис. 4.** Флористические изменения на Дальнем Востоке (Зейско-Буреинская впадина) в пограничном интервале мела и палеогена.

1 – флора среднекундурского типа, 2 – флора позднекундурского типа, 3 – флора богучанского типа, 4 – флора буреинского типа, 5 – флора пионерского типа, 6 – флора кивдинского типа, 7 – палинокомплексы, определяющие возраст стратонов, 8 – фауна позвоночных.

менклатурный ранг меловых и палеогеновых стратиграфических подразделений впадины и положение границы мела и палеогена подробно рассматривались ранее (Красилов, 1976; Флора и динозавры..., 2001; Ахметьев и др., 2002; Маркевич и др., 2005а). Авторы настоящей статьи поддерживают идею выделения мел-палеогеновой цагайской свиты в ранге серии, но, в соответствии с решениями IV Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Забайкалья (Решения IV..., 1994), здесь цагайские отложения рассматриваются в ранге свиты с подразделением ее на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю. Палеогеновая кивдинская свита рассматривается нами в ранге терминальных слоев верхнецагайской подсвиты.

В связи с широким распространением в последние десятилетия гипотезы об импактном событии на границе мела и палеогена, вызвавшем

глобальную катастрофу (Alvarez et al., 1980), снова усилился интерес к стратиграфии и фоссилиям осадочного чехла впадины, главным образом остаткам растений и позднемеловых рептилий, крупные местонахождения которых были найдены в юго-восточной части Зейско-Буреинской депрессии (Моисеенко, Болотский, 1988; Маркевич, Бугдаева, 1997; Моисеенко и др., 1997; Флора и динозавры..., 2001; Ахметьев и др., 2002; Godefroit et al., 2003; Godefroit et al., 2004; Sun et al., 2004; Kodrul, Krassilov, 2005; Кодрул и др., 2006; Ахметьев, Кодрул, 2006 и др.).

В результате комплексных работ последних лет, включающих биостратиграфические, литологические, геохимические и палеомагнитные исследования, уточнены объем, границы и литологический состав основных стратиграфических подразделений верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений юго-восточной части Зейско-Буреинской впадины – кундурской и цагайской

Схема корреляции меловых и палеогеновых отложений Зейско-Буреинской впадины в бассейне р. Амур на территории Амурской области (Россия) и провинции Хейлундзян (Китай)

Возраст			Амурская область, Россия			Провинция Хейлундзян, Китай		
Система	Отдел	Ярус	Юго-восточная часть Зейско-Буреинской впадины			Южная часть Зейско-Буреинской впадины		
Палеоген	Эоцен	Ипр	Райчихинская свита					
	Палеоцен	Танет						
		Зеландий	Даний	Цагаянская свита	Верхняя подсвита	Кивдинские слои	Формация Уюнь	Верхний Уюнь
								Нижний Уюнь
	Маастрихт	Верхний	Средняя подсвита		Формация Фурао			
Нижний		Нижняя подсвита			Формация Юйлянцзы			
Мел	Верхний		Кампан		Кундурская свита	Верхняя толща	Формация Тайпинлиньчан	
		Сантон	Средняя толща	Формация Юнаньцунь				
		Коньяк	Нижняя толща					
		Турон						
		Сеноман		Обманийская свита				

свит. Впервые на основе флористических комплексов скоррелированы угленосные отложения изученного региона и установлена промышленная угленосность не только верхних горизонтов цагаянской свиты (кивдинских слоев), как предполагалось ранее, но также средне- и верхнецагаянской подсвит. По палинологическим, макрофлористическим и литологическим данным проведена корреляция стратиграфических подразделений верхнего мела и нижнего палеогена на юге впади-

ны в Амурской области и провинции Хейлундзян Китая (таблица).

Возраст верхнемеловых–нижнепалеогеновых отложений в бассейне р. Амур определяется главным образом на основе палинологических и макрофлористических данных. Палинокомплексы сантонского возраста установлены в средней части кундурской свиты и в свите Юнаньцунь, а верхняя часть кундурской свиты и свита Тайпинлиньчан охарактеризованы палинофлорой кам-

панского возраста (Маркевич и др., 2005а, б). По палинологическим данным установлен ранне-среднемаастрихтский возраст нижнецагайской подсвиты и свиты Юйлянцзы (Флора и динозавры..., 2001; Bugdaeva, Markevich, 2006). Исходя из сравнительного анализа комплексов приамурских и североамериканских позднемеловых динозавров, для вмещающих костные остатки отложений нижнецагайской подсвиты в местонахождении Кундур в предгорьях Малого Хингана не исключается позднемаастрихтский возраст (Van Ifferbeek et al., 2005). Среднецагайская подсвита и свита Фурао палинологически датированы поздним маастрихтом, за исключением самых верхних частей этих подразделений, которые формировались в раннем дании (Флора и динозавры..., 2001; Markevich et al., 2004а, б). Верхнецагайская подсвита и свита Уюнь отнесены к данию, причем кивдинские слои и верхняя часть свиты Уюнь датируются поздним данием (Флора и динозавры..., 2001; Bugdaeva, Markevich, 2006).

Положение границы мела и палеогена на настоящий момент условно устанавливается в верхней части разрезов средней подсвиты цагайской свиты Амурской области и свиты Фурао Китая (таблица). Абсолютный возраст туфов из верхних горизонтов среднецагайской подсвиты в стратотипическом разрезе Буреинского Белогорья на правом берегу р. Бурей, определенный методом трекового анализа, составляет  $61.7 \pm 2.1$  млн. лет (Suzuki, 2004), а по результатам U-Pb изотопного датирования –  $68.6 \pm 4$  млн. лет (А.В. Соловьев, устное сообщение). Абсолютный возраст туфов из верхней части свиты Фурао на правобережье Амура, определенный методом трекового анализа, –  $61.4 \pm 1.4$  млн. лет (Suzuki, устное сообщение). По результатам U-Pb изотопного датирования возраст этих же туфов из свиты Фурао составляет  $66 \pm 1$  млн. лет (Li et al., 2004).

При определении остаточной намагниченности верхнемеловых–нижнепалеогеновых отложений региона получены надежные данные о принадлежности верхней части разреза кундурской свиты к зоне обратной намагниченности, наиболее вероятно, к хронам 32 (поздний кампан) или 31 (ранний маастрихт), возможно, к хрому 33 (кампан) (Sun et al., 2004).

#### Позднемеловые–раннепалеогеновые флоры Приамурья

В верхнемеловых–нижнепалеогеновых отложениях Зейско-Буреинской впадины выделяются несколько последовательных флор (рис. 4). Наиболее древние флоры сантонского возраста – среднекундурская и юнаньцуньская – установлены в средней части разреза кундурской свиты и в свите Юнаньцунь соответственно (Маркевич и др., 2005б). В их составе преобладают папоротни-

ки, отнесенные к виду “*Asplenium*” dicksonianum Heer, хвойные из семейства таксодиевых (преимущественно *Sequoia* sp.), среди покрытосеменных доминируют несколько видов *Trochodendroides* и водное растение *Quereuxia angulata*, реже встречаются *Ginkgo* sp., кипарисовые хвойные (*Cupressinocladus* sp.) и водное цветковое *Cobbania corrugata* (Lesq.) Stockey, Rothwell et Johnson.

Кампанские флоры – позднекундурская из терминальной части кундурской свиты и тайпинлинчанская из верхней части свиты Тайпинлинчан – по составу сходны с предыдущей сантонской флорой, но таксономически значительно богаче (Маркевич и др., 2005а). Папоротники кампанских флор отличаются разнообразием (установлены “*Asplenium*” dicksonianum, *Coniopteris tschuktschorum* (Krysh.) Samyl., *Cladophlebis* sp., cf. *Arctopteris* sp., *Salvinia* sp. и новый род гетероспоровых папоротников), но, за исключением гетероспорового папоротника, играют подчиненную роль. Среди доминантов флор – *Ginkgo pilifera* Samyl. и хвойные из семейства *Taxodiaceae* (*Sequoia* sp., *Metasequoia* sp., *Glyptostrobus* sp., *Taxodium* sp.). Реже встречаются сосновые (*Larix* sp., *Pityophyllum* sp., *Pityospermum* sp.), кипарисовые (*Cupressinocladus* sp.) и хвойные неопределенного систематического положения (*Elatocladus* sp.). Среди цветковых преобладают *Celastrinites kundurensis* Golovn., виды рода *Trochodendroides* (*T. lanceolata* Golovn., *T. taipinlinchanica* Golovn., *T. microdentata* Golovn.) и платанообразные. Доминирующее положение в составе флор занимают также водные цветковые (*Quereuxia angulata*, *Cobbania corrugata*), часто образующие моно- или олигодоминантные тафоценозы.

В кундурское время исследуемая территория была занята озерами, которые к концу кампана обмелели. Терминальная часть кундурской свиты накапливалась в условиях озерно-аллювиальной низменности, в разрезе чередуются русловые, пойменные фации и фации периодически зараставших старичных озер. В смешанных хвойно-широколиственных лесах, населявших долину, доминировали таксодиевые, платанообразные и *Trochodendroides*, обычным компонентом склонов был *Ginkgo*, неглубокие озера зарастали водными папоротниками, *Quereuxia*, *Cobbania* и *Nelumbo*. Таксономический состав кундурской флоры свидетельствует о теплоумеренном гумидном климате.

Ранне-среднемаастрихтская нижнецагайская подсвита и свита Юйлянцзы растительными макроостатками практически не охарактеризованы. Они образованы преимущественно грубообломочными отложениями меандрирующей реки и содержат один или два горизонта диамиктов, представляющих собой в данном случае продукт селевых потоков. К этим горизонтам приурочены

местонахождения остатков рептилий (динозавров, черепах, крокодилов). В диамиктах иногда встречаются остатки растений плохой сохранности (таксодиевые, *Trochodendroides* sp., головчатые соцветия платанообразных), макроморфологически сходные с растениями из более древнего комплекса. Верхняя часть грубообломочной толщи, залегающей над костеносным горизонтом диамиктов на левобережье р. Амур северо-восточнее пос. Кундур, которая отнесена к буреинской свите (стратиграфическому аналогу средней подсвиты цагайской свиты) (Флора и динозавры..., 2001; Van Itterbeek et al., 2005), нами, по аналогии с хорошо экспонированным разрезом свиты Юйлянцзы, предположительно также отнесена к нижнецагайской подсвите. В ней, в линзе глин, обнаружены макроостатки растений (Флора и динозавры..., 2001; Van Itterbeek et al., 2005), среди которых идентифицированы таксодиевые, *Trochodendroides* и двудольные неопределенного систематического положения. Сохранность материала не позволяет на нынешней стадии его изученности сопоставлять этот небольшой флористический комплекс с другими комплексами региона и сопредельных областей. Флороносный интервал разреза аллювиальных отложений палинологически датирован поздним маастрихтом (Флора и динозавры..., 2001).

Палеообстановки маастрихта реконструируются по палинологическим данным (Флора и динозавры..., 2001). Зейско-Буреинский бассейн представлял собой в то время обширную впадину с мелкими озерами и сухими склонами, занятую саванноподобной растительностью, пригодной для корма популяции крупных растительноядных динозавров. Климат был сухим и теплым, особенно в раннем маастрихте.

Самая древняя палеогеновая богучанская флора, датированная ранним данием, установлена только на левобережье р. Амур в верхней части среднецагайской подсвиты (Ахметьев и др., 2002; Kodrul, 2004). Комплекс образован хвощами, папоротниками, голосеменными и цветковыми. Среди папоротников доминирует *Onoclea hesperia* R.W. Brown, реже встречается *Osmunda macgophylla* Penhallow, голосеменные представлены таксодиевыми и кипарисовыми хвойными (*Sequoia* sp., *Taxodium* sp., *Mesocyparis rosanovii* Kodrul, Tekleva et Krassilov). В группе цветковых доминируют *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Zizyphoides flabella*, платанообразные (*Platimeliphyllum valentinii* Kodrul et N. Maslova, *Dyrana flexuosa* (Newb.) Golovn.) и представители порядка Cornales (*Beringiaphyllum cupanoides* (Newb.) Manchester, Crane et Golovn., установленный по листьям, с ассоциирующими соплодиями *Amersinia obtrollata* Manchester, Crane et Golovn., *Nyssa bureica* Krassil., *Cornus* sp., *Davidia antiqua* (Newb.) Manchester). В заметных количествах в богучан-

ской флоре появляются березовые (*Corylites* sp., *Palaeocarpinus* sp.), *Averrhoites affinis* (Newb.) Hickey, *Celtis aspera* (Newb.) Manchester, Akhmetiev et Kodrul, впервые отмечаются *Juglandiphyllites* sp., *Archeampelos acerifolia* (Newb.) McIver et Basinger. Водные цветковые представлены *Haemanthophyllum cordatum* Golovn., *Paranymphaea crassifolia* (Newb.) Berry и *Quereuxia angulata*.

В составе более молодой датской буреинской флоры, характеризующей самые верхние горизонты среднецагайской подсвиты и нижнюю часть верхнецагайской подсвиты, сохраняются многие богучанские таксоны. Доминантами буреинской флоры являются таксодиевые хвойные (преимущественно *Taxodium* sp., *Sequoia* sp., *Metasequoia occidentalis*), из цветковых – *Trochodendroides arctica*, *Zizyphoides flabella*, *Nyssa bureica*, *Averrhoites affinis*, платанообразные. Среди последних больше не отмечается род *Dyrana*, но появляются новые роды платанообразных: *Ettingshausenia*, выделенный для дисперсных листьев платановой морфологии (Маслова и др., 2005), и *Oreocarya*, установленный для соплодий платановых (Маслова, Красилов, 2002). Разнообразие хвойных увеличивается за счет появления сосновых (*Pinus* sp.), подокарповых (*Podocarpus tsagajanicus* Krassil.), еще одного рода кипарисовых (*Ditaxocladus*), среди цветковых появляется ряд новых для флор региона таксонов, в том числе другой вид рода *Celtis*. Водные растения представлены *Nelumbo amurense* Krysht., *Nuphar burejense* Krassil., *Haemanthophyllum cordatum*, *Quereuxia angulata*.

В конце буреинского времени осадконакопление происходило в пределах крупной аллювиальной долины с широко развитыми старичными озерами и болотами, в которых накапливался торф. Растительные остатки в основном приурочены к осадкам водоемов со стоячей водой, реже – к алевролитам прирусловых валов. Низменность была покрыта листопадными хвойно-широколиственными лесами, в которых доминировали таксодиевые, троходендродесы, платанообразные, березовые и представители порядка Cornales. Для этого времени реконструируется умеренный до теплоумеренного климат. По палинологическим данным (Флора и динозавры..., 2001), на протяжении маастрихта отмечалось прогрессирующее похолодание, но по макрофитофоссилиям существенное похолодание в начале дания не фиксируется.

Следующие по возрасту пионерская и раннеюньская флоры, установленные соответственно в средней части верхнецагайской подсвиты и нижней части свиты Уюнь, отличаются низким таксономическим разнообразием. Три вида – *Zizyphoides flabella*, *Trochodendroides arctica* и *Tiliaphyllum tsagajanicum* (Krysht. et Baik.) Krassil. –



резко доминируют в местонахождениях, достигая 50–75% от количества всех фитофоссилий в захоронении. Характерными таксонами флор также являются *Metasequoia occidentalis*, *Ettingshausenia raynoldsii* и *Archeampelos acerifolia*, встречающиеся в заметных количествах в большинстве тафоценозов. В отдельных местонахождениях многочисленны *Ginkgo ex gr. adiantoides* (Ung.) Heer, *Nyssa bureica*, *Nordenskioldia borealis* и *Nyssidium arcticum*. Папоротники (*Osmunda* sp.) встречаются единично. Хвойные этих флор представлены сосновыми (*Picea* sp., *Pseudolarix* sp.), таксодиевыми (*Glyptostrobus* sp., *Metasequoia occidentalis*, *Sequoia* sp., *Taxodium* sp.) и кипарисовыми (*Ditaxocladus* sp.) и, за исключением *Metasequoia*, встречаются в небольших количествах. Среди покрытосеменных единичными экземплярами представлены *Cornus* sp. и *Juglandiphyllites* sp. Установленный в этих комплексах род *Dipteronia* обнаружен в палеогеновых флорах Азии впервые. Флороносные отложения палинологически датированы ранним (Bugdaeva, Markevich, 2006) или поздним данием (Флора и динозавры..., 2001). Значительное сходство рассматриваемых флористических комплексов с обедненными флорами тиффания из Северной Америки (Hickey, 1980; Crane et al., 1990; Hoffman, Stockey, 1999; Gemmill, Johnson, 1997) позволяет предположить их более молодой возраст. Недавно изученная флора Поздняя Сагвон с Северной Аляски, сходная с пионерской и раннеуеньской флорами по составу и композиции, палинологически датирована поздним палеоценом (Jolley et al., 2006). Низкое разнообразие рассматриваемых флор, возможно, отражает похолодание во второй половине палеоцена (Zachos et al., 2001).

В позднепалеоценовых кивдинской и позднеуеньской флорах соответственно из кивдинских слоев цагайанской свиты и верхней части свиты Уюнь сохранилось доминирующее положение *Trochodendroides arctica*, *Zizyphoides flabella* и *Archeampelos acerifolia*. Хвои и папоротники (*Arctopteris rarytkinensis* Vassilevskaia, водный папоротник *Azolla* sp.) встречаются единично, *Ginkgo ex gr. adiantoides* является обычным компонентом тафоценозов. Хвойные отличаются таксономическим разнообразием и частой встречаемостью. Практически во всех тафоценозах в заметных количествах отмечается *Metasequoia occidentalis*, реже встречаются *Sequoia* sp., *Taxodium* sp., *Glyptostrobus* sp., *Mesocyparis rosanovii*, *Ditaxocladus* sp., в некоторых местонахождениях доминируют сосновые (*Picea* sp., *Pseudolarix* sp.). Среди покрытосеменных доминирующее положение приобретают березовые (*Palaeocarpinus* sp.), *Archeampelos acerifolia*, *Ettingshausenia raynoldsii*, *Myrica burejensis* Kamaeva, *Beringiaphyllum cupanoides*, *Amersinia obtrullata*, *Averrhoites affinis*. Впервые во флорах региона появляется в заметном количестве ха-

рактерный таксон раннепалеогеновых флор Дальнего Востока *Ulmus furcinervis* (Bors.) Ablaeu, единично встречаются *Koelreuteria* sp., *Caladiosoma* sp. и *Tiliaephyllum tsagajanicum*.

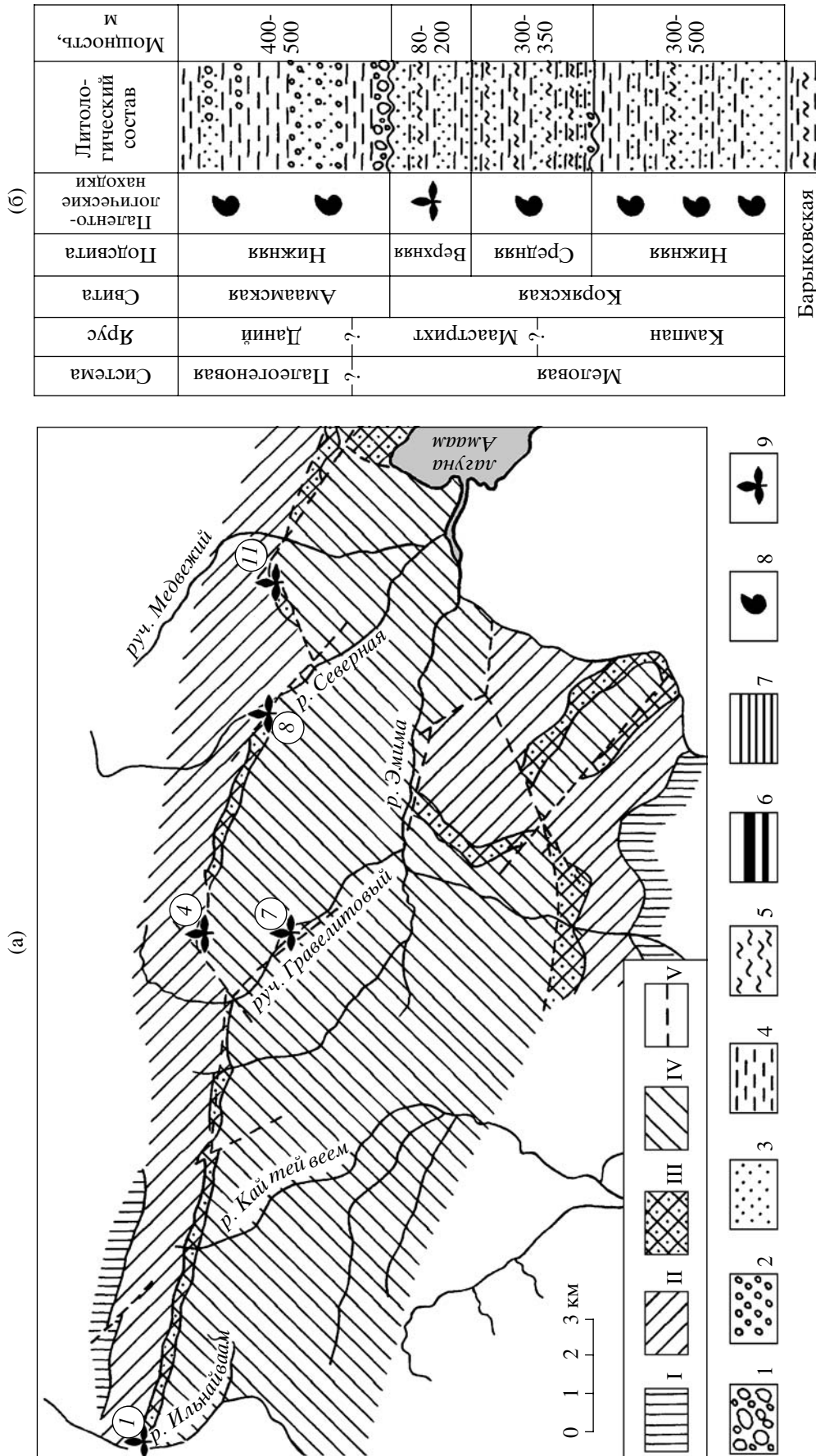
В позднепалеоценовое время на обширной аллювиальной равнине были широко развиты торфяные болота и мелкие озера. Кивдинские и позднеуеньские тафоценозы отражают в основном растительность низинных местообитаний. Растения склонов, например сосновые (*Pinus*, *Picea*), представлены только хорошо транспортабельными остатками: крылатыми семенами, семенными шишками. Долинные листопадные хвойно-широколиственные леса были образованы преимущественно таксодиевыми, троходендроидесами, березовыми и *Archeampelos* при участии платанообразных, сапиндовых, *Beringiaphyllum*. Для этого времени реконструируется гумидный умеренный климат.

## СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

### *Стратиграфия и возраст флороносных отложений*

На Северо-Востоке России известна практически непрерывная последовательность позднемеловых флор, отличающихся значительным разнообразием входящих в них ископаемых растений, причем флороносные отложения часто удается надежно датировать, благодаря их переслаиванию с морскими слоями, содержащими стратиграфически важные остатки моллюсков (Герман, 2007а). Венчает эту последовательность корякская флора, которая происходит из верхнекорякской подсвиты района лагуны Амаам (Корякское нагорье).

В этом районе распространены три свиты – барыковская, корякская и амаамская (рис. 5). Барыковская свита представлена исключительно морскими терригенными и терригенно-туфогенными отложениями. По остаткам моллюсков был установлен сантон(коньяк?)-раннекампанский возраст этой свиты (Волобуева, Терехова, 1974). Корякская свита согласно залегают на барыковской и подразделяется на три подсвиты. Нижняя и средняя подсвиты корякской свиты представлены морскими отложениями, которые содержат богатую фауну моллюсков кампана–раннего маастрихта (Волобуева, Терехова, 1974; Герман, 1993, 1999). Флороносная верхнекорякская подсвита сложена континентальными песчаниками и туфопесчаниками, переслаивающимися с алевролитами, углистыми алевролитами с редкими прослоями конгломератов и линзами углей. Мощность подсвиты 80–200 м. В этих отложениях содержатся многочисленные отпечатки растений хорошей сохранности. Верхнекорякская подсвита перекрывается с незначительным размывом ама-



**Рис. 5.** Схематическая геологическая карта района лагуны Амаам (по данным В.И. Волобуевой и Г.П. Тереховой, с дополнениями). (а) – схема распространения отложений: I – барыковская свита, II – нижняя и средняя подсвиты корякской свиты, III – верхняя подсвита корякской свиты, IV – амаамская свита, V – разрывные нарушения; цифры в кружках – номера местонахождений ископаемой флоры: 1 – р. Ильнайваам, 4 – левый приток р. Гравелитовый, 7 – устье руч. Скалистый, 8 – р. Северная, 11 – юго-восточный склон горы Медвежья. (б) – стратиграфическая колонка к рис. 4, 5: 1 – конгломераты; 2 – гравелиты; 3 – песчаники; 4 – глинистые алевролиты; 5 – туфы; 6 – угли; 7 – глины; 8 – находки ископаемой фауны; 9 – находки ископаемой флоры.

амской свитой, из нижней части которой описаны остатки фораминифер и моллюсков раннепалеоценового возраста. Возраст флороносных отложений верхнекоряжской подсвиты определен в пределах раннего (исключая его начало)–позднего маастрихта или только позднего маастрихта (рис. 5). Подробно стратиграфия перечисленных выше отложений и возраст флороносных слоев были рассмотрены ранее (Герман, 1993, 1999; Герман и др., 2004).

#### *Позднемаастрихтская коряжская флора Северо-Востока России*

Систематический состав коряжской флоры неоднократно рассматривался в публикациях (Герман, 1993; Головнева, Герман, 1992; Герман и др., 2004; Моисеева, 2005). В состав флоры входит 32 вида ископаемых растений. Хвощевые представлены редкими *Equisetum arcticum* Heer, папоротники – также немногочисленными *Onoclea hesperia* и *Coniopteris tschuktschorum* (Krysht.) Samyulina. Единичные отпечатки листьев гинкговых без кутикулы по морфологии отнесены к сборному виду *Ginkgo ex gr. adiantoides*. Хвойные, наряду с покрытосеменными, являются доминирующими растениями комплекса. В таксономическом отношении они достаточно разнообразны. Среди них преобладают представители семейства *Taxodiaceae*: *Metasequoia occidentalis*, реже *Glyptostrobus nordenskioldii* (Heer) R.W. Brown. Находки женских шишек *Metasequoia* sp. и побегов с шишками *Glyptostrobus* sp. косвенно подтверждают отнесение облиственных побегов к соответствующим родам. Представители семейства *Cupressaceae* также довольно часто встречаются в большинстве местонахождений коряжской свиты. Их вегетативные и генеративные побеги с женскими шишками отнесены к *Mesocyparis beringiana* (Golovn.) McIver et Aulenback. Семейство *Pinales* представлено только *Pityophyllum ex gr. nordenskioldii* (Heer) Nathorst и семенными чешуями *Pseudolarix arctica* Krysht. По-видимому, представители этого семейства росли на некотором удалении от места захоронения растительных остатков, вероятно, на возвышенных участках. Из хвойных неясного систематического положения определен *Elatocladus talensis* Golovn.

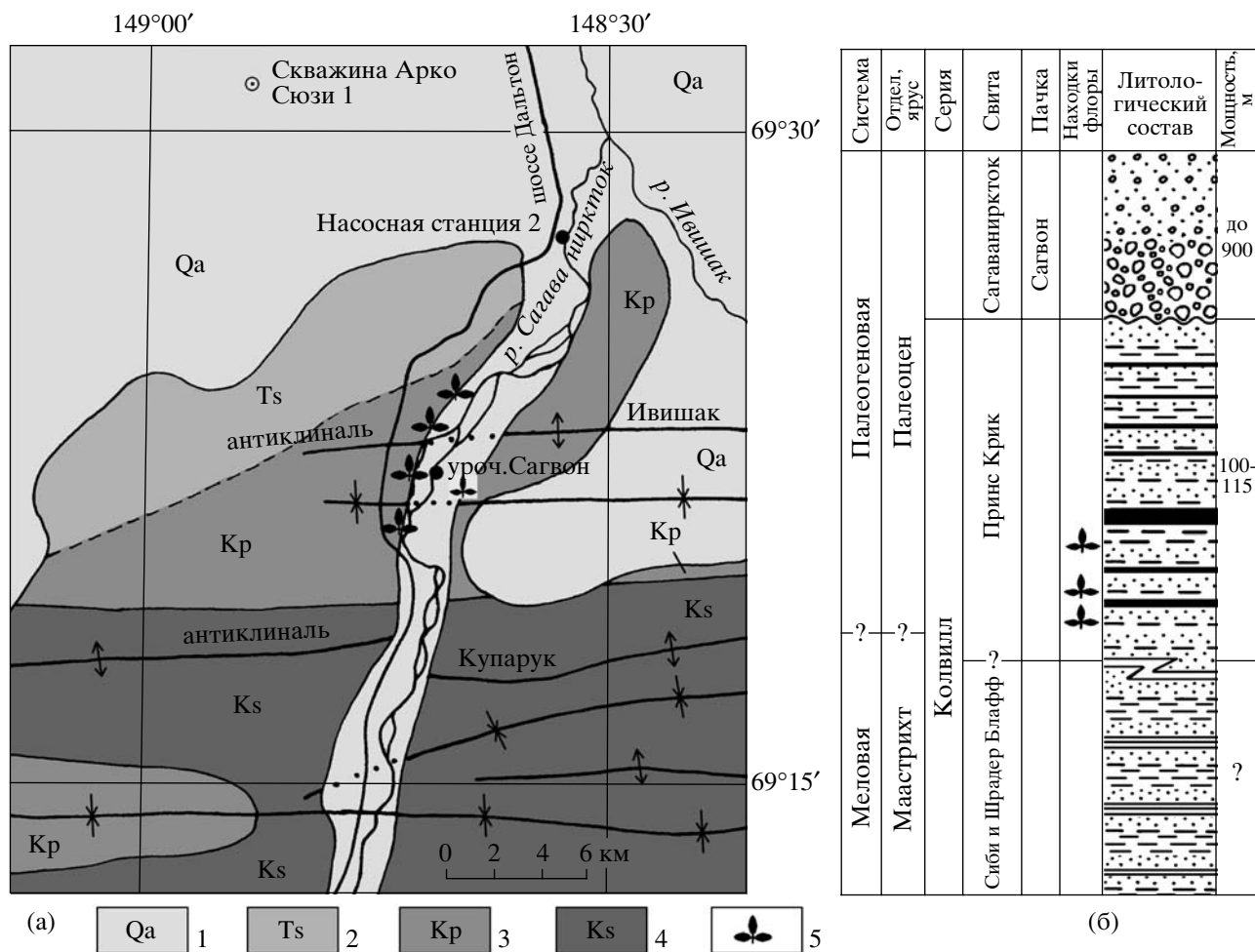
Наиболее разнообразны в таксономическом отношении и преобладают по количеству экземпляров покрытосеменные, особенно двудольные. Среди них доминирующими во многих местонахождениях являются *Corylites beringianus* (Krysht.) Moiseeva, *Ettingshausenia raynoldsii* и несколько видов рода *Trochodendroides*. К этому роду отнесены пять видов, из которых наиболее многочисленны *T. bidentata* Vassilevskaja et Golovn., более редки *T. lamutensis* Golovn., *T. cf. lamutensis* Golovn., *T. emimensis* Golovn. и *Trochodendroides* sp. Встре-

чаются также ассоциирующие с листьями *Trochodendroides* плоды *Nyssidium arcticum*.

Характерными видами для коряжской флоры можно считать *Cissites pekulneensis* (Philipp.) Moiseeva, *C. hermanii* Moiseeva, *Platimelis platanoides* Golovn., *Celastrinites septentrionalis* (Krysht.) Golovn., *Rarytkinia amaamensis* Moiseeva. Хотя они редко бывают доминирующими, тем не менее постоянно встречаются в большинстве местонахождений и вместе с растениями-доминантами определяют характерный облик коряжского флористического комплекса. Эти растения известны только в коряжской и рарыттинской (бассейн р. Анадырь) флорах и практически не имеют аналогов среди представителей других флор Северного полушария.

Виды *Liriophyllum cf. aeternum* Golovn., *Amaamia tshucotica* (Golovn.) Moiseeva и *Dicotylophyllum* sp. представлены единичными отпечатками, также редки мелкие плоды *Carpolithes biloculatus* Golovn. и *C. cf. bulbosus* Golovn. Последний из них имеет некоторое сходство с современными орешками *Carpinus* и, возможно, принадлежит растению с листьями *Corylites beringianus*, которые преобладают в данном флористическом комплексе. Похожие плоды известны также из рарыттинской флоры бассейна р. Анадырь. Однодольные представлены видом *Naemanthophyllum cordatum*, а также фрагментарными остатками листьев с параллельным жилкованием, которые отнесены к *Sparganiophyllum* sp.

Для растений, составляющих коряжскую флору, можно выделить три растительных сообщества. Околоводное сообщество было представлено хвощами *Equisetum*, а также травянистыми однодольными *Naemanthophyllum* и, возможно, *Sparganiophyllum*. Основная часть растений коряжского комплекса, видимо, принадлежала смешанному хвойно-широколиственному пойменному лесу, в котором доминировали представители таксодиевых (*Glyptostrobus*, *Metasequoia*), кипарисовых (*Mesocyparis*) и покрытосеменных *Corylites* и *Trochodendroides*, а также в меньшей степени *Ettingshausenia*, *Celastrinites*, *Cissites* и *Rarytkinia*, с подлеском из папоротников (*Onoclea*, *Coniopteris*) и трав (*Sparganiophyllum*). Возвышенные участки находились на некотором удалении от бассейна седиментации и были, по-видимому, заселены хвойным лесом с доминированием сосновых. Климат, при котором произрастала коряжская флора, был умеренным и влажным круглый год без выраженного сухого периода.



**Рис. 6.** Схематическая геологическая карта в районе урочища Сагвон, р. Сагаваниркток, по (Mull, Harris, 1989), с изменениями.

(а) – схема распространения отложений: 1 – аллювиальные отложения недифференцированные, четвертичные образования, 2 – свита Сагаваниркток, верхнепалеоценовые–миоценовые отложения, 3–4 – серия Колвилл: 3 – свита Принс Крик, верхнемеловые–верхнепалеоценовые отложения, 4 – свиты Шрадер Блафф и Сиби, верхнемеловые отложения, 5 – места находок ископаемых растений. (б) – условные обозначения см. на рис. 4.

**СЕВЕРНАЯ АЛЯСКА**

*Стратиграфия и возраст флороносных отложений*

На севере Аляски известна последовательность богатых и разнообразных ископаемых флор альбского–палеоценового возраста (Герман, 2007б). Во многих случаях эти флоры удастся датировать благодаря переслаиванию или замещению по простиранию флороносных отложений континентального генезиса морскими слоями с остатками моллюсков. В данной статье нами рассматриваются две палеоценовые флоры Северной Аляски – Ранняя и Поздняя Сагвон, известные из верхов свиты Принс Крик бассейна р. Сагаваниркток и важные для анализа событий, происходивших вблизи границы ме-

ла и палеогена в Северной Пацифике (Герман, 2007в).

В бассейне р. Сагаваниркток (рис. 6) на поверхность выходят верхнемеловые отложения, относящиеся к свитам Шрадер Блафф и Сиби серии Колвилл, их перекрывают и частично замещают по простиранию терригенные и угленосные породы свиты Принс Крик серии Колвилл позднемелового–палеоценового возраста. Стратиграфически выше располагаются песчаники и конгломераты базальной пачки Сагвон свиты Сагаваниркток позднепалеоцен-миоценового возраста. Более молодые верхнепалеоценовые–эоценовые неморские отложения свиты Сагаваниркток также хорошо обнажены в районе Франклин Блафф на восточном берегу р. Сагаваниркток от мили 381 до мили 395 шоссе Дальтон (Mull, Harris, 1989; Mull et al., 2003).

Верхнемеловые отложения, относящиеся к свитам Принс Крик, Шрадер Блафф и Сиби серии Колвилл и слагающие в рассматриваемом районе пологие синклинали и антиклинали, плохо обнажены и известны по немногочисленным выходам по берегам рек и ручьев и в придорожных выемках вдоль шоссе Дальтон (Molenaar et al., 1984; Mull, 1989). Литологически и палеонтологически эти отложения изучены слабо.

Верхи свиты Принс Крик в рассматриваемом районе наиболее хорошо обнажены в береговом обрыве на левом берегу р. Сагаванирктон (разрез Сагвон Блаффс) (рис. 6) и сложены переслаивающимися конгломератами, слабо сцементированными песчаниками, алевролитами, углистыми сланцами и углями (Mull et al., 2003). Три пласта угля хорошо прослеживаются на всем протяжении обнажения и могут служить в качестве маркирующих горизонтов, причем мощность их достигает 7 м (третий пласт). Верхняя часть разреза флороносной пачки с угольными пластами 4–6 обнажена хуже и выходит в северной части береговых обрывов. Находки растительных остатков приурочены, главным образом, к алевролитам, углистым и глинистым сланцам и сидеритовым конкрециям, причем в последних сохранность растений наилучшая. Ископаемые растения составляют два флористических комплекса, получивших названия флоры Ранняя Сагвон и Поздняя Сагвон. Первая происходит из нижней части разреза ниже третьего угольного пласта, вторая – из средней части разреза между угольными пластами 3 и 4. Общая мощность флороносной пачки в разрезе Сагвон достигает 100–115 м.

Основание залегающей выше свиты Сагаванирктон представлено светлыми и белесыми, белыми на выветрелых поверхностях слабо сцементированными богатыми кварцем песчаниками, песками, конгломератами и гравелитами до 25–30 м мощностью, обнажающимися в береговых обрывах ниже по течению урочища Сагвон (Mull, Harris, 1989; Mull et al., 2003). Хотя их контакт с подстилающими отложениями нигде не обнажен, Г. Малл с соавторами (Mull et al., 2003) предполагают, что он резкий и с некоторым стратиграфическим несогласием. Верхняя часть пачки Сагвон представлена плохо обнаженными слабо литифицированными глинистыми и углистыми породами. Общая мощность пачки Сагвон свиты Сагаванирктон может достигать 900 м.

Первоначально считалось, что угленосные отложения в разрезе Сагвон Блаффс, содержащие остатки ископаемой флоры, принадлежат свите Сагаванирктон (ее нижней части – пачке Сагвон) и на них приходится граница меловой и палеоген-

новой систем (Spicer et al., 1994). Позже было предложено проводить границу между свитами Принс Крик и Сагаванирктон выше угленосной пачки, в основании хорошо картируемых белесых песчаников, конгломератов и гравелитов, поскольку литологически угленосные отложения гораздо более тесно связаны с подстилающими породами, чем с перекрывающими (Mull et al., 2003).

Всего было проанализировано пять палинологических образцов из низов угленосного разреза на р. Сагаванирктон. Все образцы характеризуются преобладанием пыльцы покрытосеменных, в первую очередь *Mugicaceae*, и голосеменных *Taxodiaceae*. Пыльца хвойных *Pinaceae* представлена в незначительном количестве. Исходя из состава комплексов микрофоссилий из всех образцов, характеризующихся явным доминированием континентальных палиноморф и лишь единичными находками пражинифитов и диноцист, представляется вероятным прибрежный генезис данных отложений. Отсутствие видов-индексов диноцист и пыльцевых таксонов, типичных для маастрихта или переходного от маастрихта к палеоцену интервала, затрудняет возрастную интерпретацию. Найденные в комплексах палиноморфы могут быть частью как маастрихтских и переходных от маастрихта к данию, так и более молодых палеоценовых комплексов. Тем не менее сравнивая настоящие комплексы с комплексами палиноморф из маастрихт-палеоценовых отложений Северной Аляски (Frederiksen et al., 1988), а также из пограничных мел-палеогеновых отложений Альберты (Канада) (Jerzykiewicz, Sweet, 1986), следует отметить отсутствие в нашем материале пыльцы *Aquilapollenites* spp., *Orbicularpollis* spp., *Wodehouseia* spp. (*W. spinata*) и т.д. В случае маастрихтского или раннепалеоценового возраста вмещающих отложений, пыльцевые комплексы, как правило, характеризуются определенным количеством указанных таксонов, при этом пыльца покрытосеменных, чей расцвет приходится уже на палеоген (сем. *Mugicaceae*, *Betulaceae*), если и присутствует в комплексах, то в качестве сопутствующего элемента. На основании этого можно сделать вывод о палеоценовом возрасте вмещающих отложений. Этот вывод вполне согласуется с палинологическими данными Д. Джолли (Jolley et al., 2006), которые позволяют датировать весь изученный флороносный разрез на р. Сагаванирктон поздним палеоценом; мы, однако, не исключаем более широкий возрастной диапазон этих отложений и условно (поскольку обработка этого материала еще продолжается) датировем флору Ранняя Сагвон данием–зеланди-ем, а Позднюю Сагвон – поздним палеоценом.

*Палеоценовые флоры Ранняя Сагвон  
и Поздняя Сагвон*

Флора Ранняя Сагвон включает около 30 видов растений (Герман и др., 2004; Герман, Моисеева, 2006). Среди них доминируют двудольные покрытосеменные и хвойные, хвощевые и папоротники редки, гинкговые отсутствуют, однодольные немногочисленны. Среди растений флоры Ранняя Сагвон преобладают полиморфные и достигающие больших размеров листья *Corylites beringianus*, побеги *Metasequoia occidentalis* и в некоторых захоронениях *Archeampelos* (?) sp. и листочки, сложные листья и листовые розетки *Quereuxia angulata*. Последняя вместе с однодольными *Haemanthophyllum*, *Phragmites* и *Monocotylrophyllum* sp., по-видимому, составляла “водное сообщество”. Другими характерными растениями этой флоры являются *Equisetum arcticum*, *Onoclea hesperia*, *Mesocyparis* sp., *Fokienopsis* aff. *catenulata* (Bell) McIver et Basinger, *Haemanthophyllum* sp., *Sparganiophyllum* sp., *Phragmites alaskana* Heer, *Trochodendroides* ex gr. *arctica*, *Nyssidium arcticum*, “*Cocculus*” sp., *Rarytkinia* sp., *Ettingshausenia* sp., *Celastrinites* sp., *Castaliites inordinatus* Hollick, *Liriophyllum* cf. *aeternum*, cf. *Rubus*, несколько фруктификаций и др.

Недавно изученная флора Поздняя Сагвон менее разнообразна, чем предыдущая, и заметно отличается от нее по систематическому составу и основным доминантам. В числе последних преобладают листья *Tiliaephyllum brooksense* Moiseeva et Herman и многочисленные побеги *Metasequoia occidentalis*. Хвойные в этой флоре представлены мужскими шишками *Metasequoia*, побегами *Taxodium* (?) sp., побегами кипарисовых *Mesocyparis* (?) sp. Покрытосеменные, помимо *Tiliaephyllum brooksense*, представлены отпечатками листьев *Trochodendroides* ex gr. *arctica*, *Archeampelos mullii* Moiseeva et Herman, *Dicotylrophyllum sagwonicum* Moiseeva et Herman. В коллекции присутствуют также фруктификации и чешуи неясного систематического происхождения.

Верхняя часть свиты Принс Крик представлена чередованием русловых и пойменных озерных фаций и накапливалась в условиях приморской озерно-аллювиальной изменности. В смешанных хвойно-широколиственных лесах, населявших долину, доминировали таксодиевые (*Metasequoia*), *Archeampelos* и березовые (?) (*Corylites* и *Tiliaephyllum*). Неглубокие озера зарастали водными однодольными (*Haemanthophyllum*, *Phragmites*, *Monocotylrophyllum*) и *Quereuxia*. Таксономический состав флор Ранняя и Поздняя Сагвон

и наличие в разрезе мощных пластов углей свидетельствуют об умеренном влажном климате.

**ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
НА ГРАНИЦЕ МЕЛА И ПАЛЕОГЕНА**

Для оценки флористических изменений на мел-палеогеновом рубеже в Приамурье в сравнительном плане анализировались кампанская позднекундурская и раннедатская богучанская флоры (рис. 7). Пригодная для достоверного сравнения маастрихтская флора в этом регионе неизвестна. Таксономический состав богучанской флоры существенно изменился по сравнению с позднемеловой флорой. Среди папоротников только *Coniopteris tschuktschorum* или близкий вид еще встречается в раннедатской флоре. Водный папоротник *Salvinia* вновь появляется в регионе только в раннеэоценовой райчихинской флоре, когда в период глобального потепления в Приамурье мигрировала субтропическая флора из Китая. *Ginkgo* остался заметным компонентом палеогеновой флоры. В богучанском комплексе доминируют те же роды таксодиевых хвойных (*Sequoia*, *Taxodium*), что и в позднекундурском, но в более молодом комплексе также существенно возрастает роль кипарисовых хвойных. Представители сосновых в раннедатской флоре не установлены. В группе цветковых, как и в позднекундурской флоре, доминируют *Trochodendroides* и платанообразные (роды *Platimeliphyllum*, *Dugana*). Значительное место в составе комплекса принадлежит роду *Zizyphoides*, который в более древних флорах региона неизвестен. Новая доминирующая группа таксонов в раннепалеогеновых флорах – представители порядка *Cornales* (роды *Beringiaphyllum*, *Amersinia*, *Nyssa*, *Cornus*, *Davidia*). В богучанской флоре широко представлены березовые (*Corylites*, *Palaeocarpinus*), роды *Averrhoites*, *Celtis*, впервые появляются ореховые (*Juglandiphyllites*), *Archeampelos acerifolia*, *Haemanthophyllum*. Из позднекундурских водных цветковых только *Quereuxia* встречается в богучанском комплексе.

По данным В.С. Маркевич и Д. Николса (устное сообщение, 2007), палиноспектры из глин основания видимого разреза среднего цагаяна Архаро-Богучанского местонахождения идентичны спектрам проб из основания датской части разреза скважин на правом берегу Амура, отобранным с глубины 20–16 м.

Несмотря на разделяющий позднекундурскую и богучанскую флоры возрастной интервал примерно в 5–7 млн. лет, установлено, что в их составе восемь общих семейств и девять родов (*Equisetum*, *Coniopteris*, *Ginkgo*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Trochodendroides*, *Quereuxia*). Около

Возраст	Северная Аляска		Восточная и Северо-Восточная Азия											
	Река Сагаваниркток, урочище Сагвон		Лагуна Амаам и бухта Угольная			Хребет Рарыткин					Амурская область			
Палеоцен	Танет	Свита Сагаваниркток	Амаамская свита			?								
		Флора Поздняя Сагвон												
Даний	Флора Ранняя Сагвон	Корякская свита			Рарытчинская свита					Цагайская свита		Верхняя п/с		
Верхний мел	Маастрихт													Свита Принс Крик
		Флора Поздняя Когосакрак	Корякская свита			Средняя п/с					Средняя п/с		Средняя п/с	
		Флора Ранняя Когосакрак												



**Рис. 7.** Флористические изменения на Северной Аляске, в Восточной и Северо-Восточной Азии в пограничном интервале мела и палеогена.

1 – флора кивдинского типа, 2 – флора пионерского типа, 3 – флора буреинского типа, 4 – флора корякского и богучанского типов, 5 – флора типа Поздняя Когосакрак, 6 – флора горнореченского типа, 7 – палинокомплексы, определяющие возраст стратонов, 8 – находки морской фауны.

девяти родов позднекундурской флоры не встречаются в более молодых флорах региона, при этом появляются в богучанской флоре 13 новых родов. В целом, на наш взгляд, палеоценовая флора сохраняет преемственность от меловых флор региона по композиции и составу доминирующих таксонов, что не свидетельствует о ее катастрофическом изменении на мел-палеогеновом рубеже.

Трансформацию флор на мел-палеогеновой границе в обрамлении Северной Пацифики (рис. 7) можно рассмотреть на примере корякской флоры Северо-Востока России и флоры Ранняя Сагвон Северной Аляски (Герман и др., 2004; Герман, Моисеева, 2006). Первая из них интересна тем, что ее возраст – вторая половина маастрихта – достаточно надежно датирован посредством корреляции флороносных континентальных отложений с морскими, содержащими стратиграфически важные остатки фауны. Флора Ранняя Сагвон уверенно датирована по палинологическим данным палеоценовым возрастом, а именно данием(?)–зеландием. Для рассмотрения флористических изменений интересна также рарытчинская флора хребта Рарыткин (Головнева, 1994), хотя она и да-

тируется менее уверенно по растительным макроостаткам, но на стратиграфический интервал вмещающих ее отложений, вероятно, приходится мел-палеогеновая граница (рис. 7).

Сравнение этих флор, существовавших по разные стороны от мел-палеогеновой границы, показало, что нельзя проследить сколько-нибудь отчетливые различия между флористическими комплексами. Это свидетельствует против значительного изменения флор на данном рубеже в обрамлении Северной Пацифики. У позднемаастрихтской корякской флоры и раннепалеоценовой флоры Ранняя Сагвон довольно много общих черт. В целом в обеих флорах доминируют покрытосеменные двудольные растения, а количество хвощевых и папоротников было незначительным. Хвойные более распространены, а в корякской флоре они были довольно разнообразны и играли значительную роль. Почти все раннесагвонские виды встречаются в корякской флоре. Доминируют в этих комплексах, прежде всего, *Corylites beringianus*, несколько видов *Trochodendroides*, ассоциирующих с плодами *Nyssidium*, а также *Metasequoia occidentalis*. Кроме того, в обоих комплексах встречаются

ся *Equisetum arcticum*, *Onoclea hesperia*, *Rarytkinia*, *Haemanthophyllum*, *Celastrinites*, *Liriophyllum*, *Cissites* (?*Archeampelos*).

Во флоре Ранняя Сагвон, в отличие от корякской, меньшую роль играли хвойные растения, в ней не встречаются представители родов *Glyptostrobus*, *Elatocladus*, *Pityophyllum*, *Pseudolarix*, а остатки *Mesocyparis* редки и фрагментарны. Среди двудольных в комплексе Ранняя Сагвон не присутствуют некоторые растения, характерные для корякского, например *Platimelis platanoides*, а платанообразные *Etingshausenia* встречаются довольно редко. Отсутствие типично позднемеловых таксонов отражает более молодой возраст флоры Ранняя Сагвон и хорошо согласуется с палинологическими данными о ее палеоценовом (датско(?)-зеландском) возрасте (Frederiksen et al., 1996; Jolley et al., 2006). Вместе с тем количество таксонов, найденных только в раннесагвонской флоре, невелико – это *Castaliites inordinatus*, *Quereuxia angulata*, *Fokieniopsis* sp., “*Cocculus*” sp., *Phragmites* sp.

Таким образом, таксономическое и физиономическое сходство позднемаастрихтской корякской флоры лагуны Амаам и раннепалеоценовой флоры Ранняя Сагвон Северной Аляски, так же как и в Приамурье, не подтверждает гипотезу о глобальном экологическом кризисе на рубеже мела и палеогена (Spicer, 1989; Spicer et al., 1994). Во всяком случае заметного вымирания растений и эволюционно значимых последствий для флор обрамления Северной Пацифики этот кризис не вызвал.

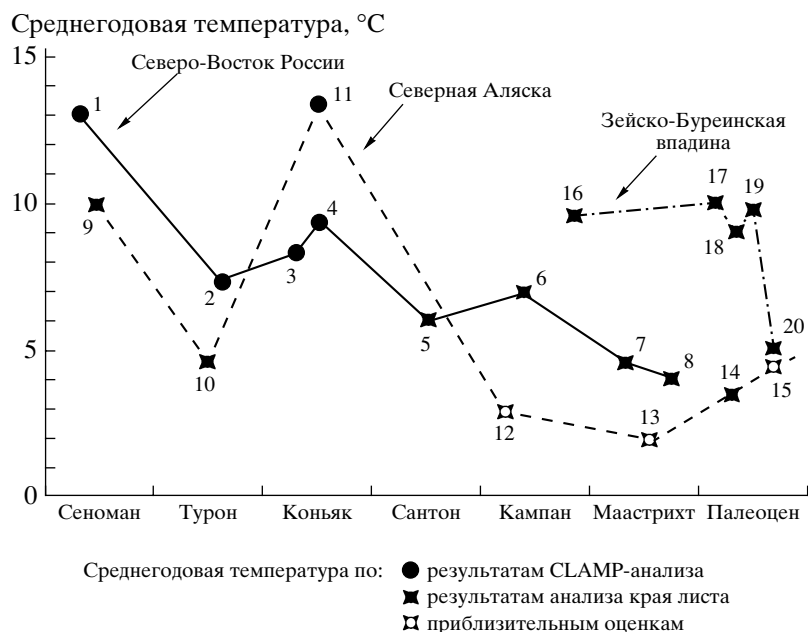
Полученный нами вывод хорошо согласуется с данными других палеоботаников, рассматривавших флористические изменения на Северо-Востоке и Дальнем Востоке. К такому же заключению приходит Л.Б. Головнева (1994), основываясь на изучении рарытकिनского флористического комплекса. По ее мнению, на заключающий его стратиграфический интервал рарытकिनской свиты приходится граница меловой и палеогеновой систем, причем с этой границей совпадает граница между ранне- и позднерарыткинским флористическими подкомплексами (рис. 7). Если такое предположение справедливо, то на этой границе наблюдаемые флористические изменения незначительны, что позволяет Л.Б. Головневой рассматривать флоры, существовавшие по разные стороны этой границы, лишь в ранге подкомплексов рарытकिनской флоры, отмечая при этом, что “...подкомплексы флоры рарытकिनской свиты не являются резко обособленными друг от друга” (Головнева, 1994, с. 41). Флористические изменения более высокого ранга наблюдаются в маастрихтской части рарытकिनской свиты (приблизительно в среднем или верхнем маастрихте)

при смене горнореченского флористического комплекса рарыткинским, причем, как отмечает Л.Б. Головнева (1994, с. 41), рарыткинская флора отличается от горнореченской “...значительным изменением видового состава среди папоротников, голосеменных и покрытосеменных растений, сменой видов-доминантов, исчезновением последних цикадофитов, заменой древних хвойных (*Sequoia minuta*, *Cyropomerites*, *Parataxodium*) на более молодые (*Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*), уменьшением доли вымерших формальных родов и увеличением доли их современных родов”. По данным Головневой (1994), на территории Корякского нагорья смена флоры маастрихтского типа на флору датского типа произошла на границе среднего и позднего маастрихта, и в дальнейшем в результате прогрессирующего похолодания эта флора постепенно распространилась на юг.

Рассмотренный выше материал позволяет заключить, что в обрамлении Северной Пацифики наиболее существенное, хотя и не катастрофическое флористическое изменение произошло в маастрихте, а не на границе мела и палеогена, где наблюдаются лишь незначительные изменения, амплитуда которых не превышает таковых, наблюдающихся в течение “бескризисного” позднего мела (Spicer et al., 1994; Головнева, 1994; Herman, Spicer, 1995, 1997; Головнева, Герман, 1998). Подобное заметное изменение флоры в пределах маастрихта известно также в Европе (Knobloch, Mai, 1986) и Северной Америке (Johnson, 1988; Johnson et al., 1989).

Постепенное изменение флористических комплексов в конце мела–начале палеогена, несомненно, было тесно связано с климатическими изменениями. Известно, что на конец мела приходится глобальное похолодание климата, которое фиксируется различными методами, основанными на изучении как морской, так и наземной биоты (Frakes, 1979; Gilmour et al., 2002; Захаров, 2002; Герман, 2004; Чумаков, 2004; Moiseeva, Herman, 2006). На палеоклиматических кривых среднегодовой температуры (рис. 8), построенных по ископаемым флорам Северо-Востока России, Северной Аляски (Герман, Моисеева, 2006) и Зейско-Буреинской впадины с использованием CLAMP анализа, анализа края листа двудольных растений и по приблизительным оценкам среднегодовой температуры на основе состава флористических комплексов, хорошо заметна общая тенденция снижения температуры на протяжении позднего мела, причем температурный минимум, по всей видимости, приходился на конец маастрихтского века. Наиболее холодолюбивой флорой Северной Аляски была маастрихтская флора Поздняя Когосакрак (рис. 8, точка 13). Эта





**Рис. 8.** Палеоклиматические кривые среднегодовой температуры, рассчитанные по морфологии листьев, а также составу и разнообразию поздне меловых–палеоценовых флор Северо-Востока России, Северной Аляски и Зейско-Буреинской впадины, с использованием данных (Герман, 2004б, 2004в; Parrish, Spicer, 1988).

Палеотемпературы, рассчитанные по ископаемым флорам: 1 – гребенкинской, 2 – пенжинской, 3 – тыльпэгыргынайской, 4 – кайваямской, 5 – валижгенской, 6 – барыковской и верхнебыстринской, 7 – горнореченской, 8 – корякской, 9 – Ниакогон, 10 – Каолак, 11 – Тулувак, 12 – Ранняя Когосакрак, 13 – Поздняя Когосакрак, 14 – Ранняя Сагвон, 15 – Поздняя Сагвон, 16 – позднекундурской и тайпинлиньчанской, 17 – богучанской, 18 – буреинской, 19 – пионерской и раннеюньской, 20 – кивдинской и позднеюньской.

флора резко отличается от примерно одновозрастной ей горнореченской флоры (рис. 8, точка 7) очень низким таксономическим разнообразием и преобладанием хвойных *Parataxodium*. Наиболее близким (хотя, естественно, не полным из-за существенной разницы в таксономическом составе) аналогом маастрихтской растительности Северной Аляски можно считать современный бореальный хвойный лес. Корякская флора Северо-Востока России (рис. 8, точка 8), появившаяся с маастрихтского (позднемаастрихтского) времени, близка, как было показано выше, флоре Ранняя Сагвон Северной Аляски датско(?)–зеландского возраста. Вероятно, именно эта позднемаастрихтская флора Северо-Востока России была источником многих таксонов флоры Ранняя Сагвон (рис. 8, точка 14), мигрировавших на Северную Аляску во время потепления, начавшегося в палеоцене. Возможно, позднемаастрихтская флора Северо-Востока России дала начало раннетретичным листопадным флорам Арктики и прилегающих регионов (Герман, Spicer, 1995, 1997).

Флора Поздняя Сагвон Северной Аляски (рис. 8, точка 15), несмотря на сравнительно бедный таксономический состав, обнаруживает наибольшее сходство с пионерской флорой из верхов

верхнецагайской подсвиты Амурской области (рис. 8, точка 19), датируемой по палинологическим данным данием (Флора и динозавры..., 2001) или данием–зеландием (Кезина, 2005). Необходимо подчеркнуть, что приведенные на рис. 8 расчеты среднегодовой температуры для пионерского флористического комплекса приближительны из-за небольшого разнообразия (девять видов древесных двудольных). Флора Поздняя Сагвон близка к пионерскому комплексу по основным доминантам и характерным видам, прежде всего *Tiliaerphyllum* и *Archeampelos*. Следует отметить, что данные таксоны встречаются также и в более молодой кивдинской флоре (рис. 8, точка 20) Зейско-Буреинской впадины. Указанное сходство позволяет предположить, что в ходе прогрессирующего потепления климата, начавшегося с самого конца маастрихта или начала палеоцена и достигшего, по-видимому, максимума в раннем эоцене, температуры на Северной Аляске в позднем палеоцене достигли значений, позволивших флоре пионерского типа мигрировать из южных палеоширот Дальнего Востока в высокие широты тихоокеанского сектора Арктики (Герман, Моисеева, 2006).

Таким образом, флористические ассоциации Дальнего Востока России и высоких широт Азии

и Северной Америки не дают никаких свидетельств существенной перестройки наземной флоры на границе мела и палеогена. Развитие указанных флор вблизи этого рубежа, по-видимому, происходило под влиянием климатических изменений, эволюции растений и их миграций, тогда как воздействие импактного события было ограничено, главным образом, средними широтами Северной Америки и не проявилось в общепланетарном масштабе. Во флорогенетическом отношении палеоценовая флора Северной Аляски, представленная флорами Ранняя Сагвон и Поздняя Сагвон, сформировалась в основном за счет трансберингийских миграций растений из прилегающих районов Восточной и Северо-Восточной Азии, которые происходили под влиянием климатических изменений.

Исследования были поддержаны грантами Государственной программы поддержки исследований научных школ и молодых ученых-кандидатов наук Российской Федерации – НШ-4185.2008.5 и МК-91.2008.5, а также РФФИ № 06-05-64618 и Программы № 18 фундаментальных исследований Президиума РАН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахметьев М.А., Кезина Т.В., Кодрул Т.М., Манчестер С.Р.* Стратиграфия и флора пограничных слоев мела и палеогена юго-восточной части Зейско-Буринского осадочного бассейна // Сб. памяти чл.-корр. АН СССР, проф. В.А. Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения) / Ред. Ахметьев М.А., Герман А.Б., Долуденко М.П., Игнатъев И.А. М.: ГЕОС, 2002. С. 275–315.
- Ахметьев М.А., Кодрул Т.М.* Особенности эволюции биосферы в переходном интервале от мела к палеогену // Причинно-следственные связи и факторы глобальных биосферных перестроек в фанерозое. М.: ГЕОС, 2006. С. 77–82.
- Волобуева В.И., Терехова Г.П.* О пограничных слоях мела и палеогена восточной части Корякско-Анадырской области // Стратиграфия и литология меловых, палеогеновых и неогеновых отложений Корякско-Анадырской области. Л.: НИИГА, 1974. С. 53–57.
- Герман А.Б.* Позднемаастрихтская флора междуречья Эмима-Ильнайваам (Северо-Восток Корякского нагорья) и ее стратиграфическое значение // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1. № 4. С. 64–72.
- Герман А.Б.* Меловая флора Анадырско-Корякского субрегиона (Северо-Восток России). М.: ГЕОС, 1999. 122 с.
- Герман А.Б.* Позднемеловой климат Евразии и Аляски. М.: Наука, 2004. 157 с.
- Герман А.Б.* Сравнительная палеофлористика альбаранного палеоцена Анадырско-Корякского и Северо-Аляскинского субрегионов. Ст. 1. Анадырско-Корякский субрегион // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007а. Т. 15. № 3. С. 87–100.
- Герман А.Б.* Сравнительная палеофлористика альбаранного палеоцена Анадырско-Корякского и Северо-Аляскинского субрегионов. Ст. 2. Северо-Аляскинский субрегион // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007б. Т. 15. № 4. С. 34–46.
- Герман А.Б.* Сравнительная палеофлористика альбаранного палеоцена Анадырско-Корякского и Северо-Аляскинского субрегионов. Ст. 3. Сравнение флор и флористические изменения на мел-палеогеновой границе // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007в. Т. 15. № 5. С. 74–82.
- Герман А.Б., Моисеева М.Г., Снайсер Р.Э., Альберг А.* Маастрихт-палеоценовые флоры Северо-Востока России и Северной Аляски и флористические изменения на границе мела и палеогена // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 5. С. 55–64.
- Герман А.Б., Моисеева М.Г.* Флористические изменения вблизи мел-палеогеновой границы в Северной Пацифике (на примере палеоценовой флоры Северной Аляски) // Причинно-следственные связи и факторы глобальных биосферных перестроек в фанерозое. М.: ГЕОС, 2006. С. 83–89.
- Головнева Л.Б.* Маастрихт-датские флоры Корякского нагорья. СПб.: Ботан. ин-т РАН, 1994. 148 с.
- Головнева Л.Б., Герман А.Б.* Новые данные о составе и возрасте флоры корякской свиты (Корякское нагорье) // Ботан. журн. 1992. Т. 77. № 7. С. 60–71.
- Головнева Л.Б., Герман А.Б.* Закономерности эволюции флоры в позднем мелу на территории Северо-Западной Камчатки и Корякского нагорья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 6. С. 3–16.
- Захаров В.А.* Климат Северо-Восточной Азии в мезозое (обзор) // Сб. памяти чл.-корр. АН СССР, проф. В.А. Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения) / Ред. Ахметьев М.А., Герман А.Б., Долуденко М.П., Игнатъев И.А. М.: ГЕОС, 2002. С. 262–269.
- Кезина Т.В.* Палиностратиграфия угленосных отложений позднего мела и кайнозоя верхнего Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2005. 206 с.
- Кодрул Т.М., Теклева М.В., Красилов В.А.* Новый вид хвойных *Mesoscuparis rosanovii* sp. nov. (Cupressaceae, Coniferales) и проблема трансберингийских флористических связей // Палеонтол. журн. 2006. № 3. С. 93–102.
- Красилов В.А.* Цагайская флора Амурской области. М.: Наука, 1976. 92 с.
- Красилов В.А.* Модель биосферных кризисов Экоцистенные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 4 / Ред. Пономаренко А.Г., Розанов А.Ю., Федонкин М.А. М.: Палеонтол. ин-т РАН, 2001. С. 9–16.
- Маркевич В.С., Бугдаева Е.В.* Флора и корреляция слоев с остатками динозавров российского Дальнего Востока // Тихоокеан. геология. 1997. № 6. С. 114–124.
- Маркевич В.С., Головнева Л.Б., Бугдаева Е.В.* Стратиграфия и флора кундурской свиты (верхний мел, Приамурье) // Меловая система России: проблемы страти-

- графии и палеогеографии. СПб.: СПбГУ, 2005а. С. 160–176.
- Маркевич В.С., Головнева Л.Б., Бугдаева Е.В.* Флористическая характеристика сантон-кампанских отложений Зейско-Буреинского бассейна (Приамурье) // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитостратиграфии. Тр. Междунар. палеоботан. конф. Москва, 17–18 мая 2005 г. Вып. 1. М.: ГЕОС, 2005б. С. 198–206.
- Маслова Н.П., Красилов В.А.* Новый род платановых из палеоцена Амурской области // Палеонтол. журн. 2002. № 1. С. 106–110.
- Маслова Н.П., Моисеева М.Г., Герман А.Б., Квачек И.* Существовали ли платановые в меловом периоде? // Палеонтол. журн. 2005. № 4. С. 98–110.
- Моисеева М.Г.* Корякский флористический комплекс Северо-Востока России: систематический состав, экологические, тафономические и палеоклиматические особенности // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитостратиграфии. Тр. Междунар. палеоботан. конф. Москва, 17–18 мая 2005 г. Вып. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 212–223.
- Моисеенко В.Г., Болотский Ю.Л.* О динозаврах Приамурья. Благовещенск: ДВО АН СССР, 1988. 36 с.
- Моисеенко В.Г., Сорокин А.П., Болотский Ю.Л.* Ископаемые рептилии Приамурья. Хабаровск: Амур НЦ ДВО РАН, 1997. 53 с.
- Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (Хабаровск, 1990). Объяснительная записка к стратиграфическим схемам. Хабаровск: ХГГП, 1994. 123 с.
- Флора и динозавры на границе мела и палеогена Зейско-Буреинского бассейна / Ред. Бугдаева Е.В. Владивосток: Дальнаука, 2001. 162 с.
- Чумаков Н.М.* Климатическая зональность и климат мелового периода // Климат в эпохи крупных биосферных перестроек / Ред. Семихатов М.А., Чумаков Н.М. М.: Наука, 2004. С. 105–123.
- Alvarez L.W., Alvarez W., Aasro F., Michel H.V.* Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinction // Science. 1980. V. 208. № 4448. P. 1095–1108.
- Benton M. The Penguin historical atlas of dinosaurs. London: Penguin Books Ltd, 1996. 144 p.
- Bugdaeva E.V., Markevich V.S.* The Santonian to Danian palynoflora of Zeya–Bureya Basin // Abstracts of the 2nd Int. Palaeontolog. Congress, June 17–21, 2006, Beijing, China. Beijing, 2006. P. 524.
- Claeys P., Kiessling W., Alvarez W.* Distribution of Chicxulub ejecta at the Cretaceous–Tertiary boundary // Geol. Soc. America. Spec. Paper. 2002. V. 356. P. 55–68.
- Crane P.R., Manchester S.R., Dilcher D.L.* A preliminary survey of fossil leaves and well-preserved reproductive structures from the Sentinel Butte Formation (Paleocene) near Almont, North Dakota // Fieldiana Geol. 1990. № 20. P. 1–63.
- Frakes L.A.* Climates through geologic time. Amsterdam, N. Y.: Elsevier, 1979. 310 p.
- Frederiksen N.O., Ager T.A., Edwards L.E.* Palynology of Maastrichtian and Paleocene rocks, lower Colville River region, North Slope of Alaska // Can. J. Earth Sci. 1988. V. 25. P. 512–527.
- Frederiksen N.O., Sheehan T.P., Ager T.A. et al.* Palynomorph biostratigraphy of Upper Cretaceous to Eocene samples from the Sagavanirktok Formation in its type region, North Slope of Alaska // U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 96–84. 1996. 44 p.
- Gemmill C.E.C., Johnson K.R.* Paleocology of a Late Paleocene (Tiffanian) megaflora from the northern Great Divide Basin, Wyoming // PALAIOS. 1997. № 12. P. 439–448.
- Gilmour I., Kelley S., Skelton P., Spicer R.* The Cretaceous World. Milton Keynes. The Open University, 2002. 243 p.
- Godefroit P., Bolotsky Y.L., Alifanov V.R.* A remarkable hollow-crested hadrosaur from Russia: an Asian origin for lambeosaurines // C. R. Palevol. 2003. № 2. P. 143–151.
- Godefroit P., Bolotsky Y.L., Van Itterbeeck J.* The lambeosaurine dinosaur Amurosaurus riabinini, from the Maastrichtian (Late Cretaceous) of Far Eastern Russia // Acta Palaeontol. Polon. 2004. № 49. P. 585–618.
- Herman A.B., Spicer R.A.* Latest Cretaceous flora on Northeastern Russia and the “Terminal Cretaceous events” in the Arctic // Paleontol. J. 1995. V. 29. № 2A. P. 22–35.
- Herman A.B., Spicer R.A.* The Koryak flora: Did the Early Tertiary deciduous flora begin in the Late Maastrichtian of northeastern Russia? // Proc. 4th European Paleobot. Palynol. Conf. (Heerlen, September 1994). Heerlen, 1997. P. 87–92.
- Hickey L.J.* Paleocene stratigraphy and flora of the Clark’s Fork Basin // Early Cenozoic paleontology and stratigraphy of the Bighorn Basin, Wyoming. Univ. Michigan Papers in Paleontology. 1980. № 24. P. 33–49.
- Hoffman G.L., Stockey R.A.* Geological setting and palaeobotany of the Joffre Bridge roadcut fossil locality (Late Paleocene), Red Deer Valley, Alberta // Can. J. Earth Sci. 1999. V. 36. P. 2073–2084.
- Jerzykiewicz T., Sweet A.R.* The Cretaceous–Tertiary boundary in the central Alberta Foothills, I: Stratigraphy // Can. J. Earth Sci. 1986. V. 23. P. 1356–1374.
- Johnson K.R.* High resolution megafloral biostratigraphy for the late Cretaceous and early Paleocene of N. Dakota and Montana // Geol. Soc. America Abstr. 1988. V. 20. P. 379.
- Johnson K.R.* Leaf-fossil evidence for extensive floral extinction at the Cretaceous/Tertiary boundary, North Dakota, USA // Cret. Research. 1992. V. 13. P. 91–117.
- Johnson K.R.* Megaflora of the Hell Creek and lower Fort Union formations in the western Dakota: vegetational response to climate change, the Cretaceous–Tertiary boundary event, and rapid marine transgression // Geol. Soc. Amer. Spec. Paper. 2002. V. 361. P. 329–391.

- Johnson K.R., Nichols D.J., Attrep M., Jr., Orth C.J.* High-resolution leaf-fossil record spanning the Cretaceous–Tertiary boundary // *Nature*. 1989. V. 340. P. 708–711.
- Jolley D.W., Herman A.B., Moiseeva M.G. et al.* The Sagwon Bluffs Paleocene depositional environment, vegetation and ecology // Abstr. 102nd Annual Meeting Cordilleran Section, GSA, 81st Annual Meeting Pacific Section, AAPG, Western Regional Meeting Alaska Section, SPE (May 8–10, 2006). *Geol. Soc. America*. 2006. V. 38. № 5. P. 35.
- Kaiho K.* Planktonic and benthic foraminiferal extinction events during the last 100 m. y. // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 1994. V. 111. P. 45–71.
- Keller G., Adatte T., Stinnesbeck W. et al.* Paleocology of the Cretaceous–Tertiary mass extinction in planktonic foraminifera // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2002. V. 178. P. 257–297.
- Kodrul T.M.* The Middle Tsagayan flora of Amur River Region // *Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China*. Changchun, 2004. P. 17–21.
- Kodrul T., Krassilov V.* New juglandaceous fruit morphotype from the Palaeocene of Amur Province, Russian Far East // *Acta Palaeobotanica*. 2005. V. 45. № 2. P. 139–144.
- Knobloch E., Mai D.H.* Monographie der Fruchte und Samen in der Kreide von Mitteleuropa. Praha: Vydal Ustredni ustav geol. v Akademii, 1986. 223 p.
- Li X., Li W., Chen P. et al.* Strimp U-Pb zircon dating of the uppermost Cretaceous Furoo Formation near the Heilong River: an age closest to the K/T boundary // *Chinese Sci. Bull.* 2004. № 49. P. 816–818.
- Markevich V.S., Bugdaeva E.V., Bolotsky Yu.L., Golovneva L.B.* New data on K-T interval in Zeya–Bureya Basin // *Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China*. 2004a. P. 39–40.
- Markevich V.S., Bugdaeva E.V., Ashraf A.R.* Results of study of Arkhara-Boguchan coal field // *Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China*. 2004b. P. 41–44.
- Moiseeva M.G., Herman A.B.* Latest Cretaceous and Paleocene florogenesis in the North Pacific Region: role of climate change and plant migration // 7th European Palaeobot.-Palynol. Conf. Prague, September 6–11, 2006. Program and Abstracts. P. 95.
- Molenaar C.M., Kirk A.R., Magoon L.B., Huffmann A.C.* Twenty-two Measured Sections of Cretaceous–Lower Tertiary Rocks, Eastern North Slope, Alaska // U.S. Dept. of Interior, Geol. Surv., Open-file Report. 1984. V. 84–695. 19 p.
- Mull C.G.* Generalized stratigraphy and structure of the Brooks Range and Arctic Slope // Dalton Highway, Yukon River to Prudhoe Bay, Alaska: bedrock geology of the eastern Koyukuk basin, central Brooks Range, and eastcentral Arctic Slope. Eds. Mull C.G., Adams K.E. Division of Geol. and Geophysical Surv., Dept. of Natural Resources, State of Alaska, Guidebook 7. 1989. V. 1. P. 31–46.
- Mull C.G., Harris E.E.* Road log from Chandalar Shelf (mile 237.1) to Prudhoe Bay (mile 414) // Dalton Highway, Yukon River to Prudhoe Bay, Alaska: bedrock geology of the eastern Koyukuk basin, central Brooks Range, and eastcentral Arctic Slope. Eds. Mull C.G., Adams K.E. Division of Geol. and Geophysical Surv., Dept. of Natural Resources, State of Alaska, Guidebook 7. 1989. V. 1. P. 101–131.
- Mull C.G., Houseknecht D.W., Bird K.J.* Revised Cretaceous and Tertiary stratigraphic nomenclature in the Colville Basin, Northern Alaska // USGS Prof. Paper. 2003. V. 1673. 51 p.
- Nichols D.J.* Geologic and biostratigraphic framework of the non-marine Cretaceous–Tertiary boundary interval in western North America // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 1990. V. 65. P. 75–84.
- Nichols D.J.* Selected plant microfossil records of the terminal Cretaceous event in terrestrial rocks, western North America // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2007. V. 255. P. 22–34.
- Nichols D.J., Jarzen D.M., Orth C.J., Oliver P.Q.* Palynological and iridium anomalies at Cretaceous–Tertiary Boundary, South-Central Saskatchewan // *Science*. 1986. V. 231. P. 714–717.
- Nichols D.J., Fleming R.F.* Palynology and palynostratigraphy of Maastrichtian, Paleocene, and Eocene strata in the Denver Basin, Colorado // *Rocky Mount. Geol.* 2002. V. 37. № 2. P. 135–163.
- Nichols D.J., Johnson K.R.* Palynology and microstratigraphy of Cretaceous–Tertiary boundary section in southwestern North Dakota // *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*. 2002. V. 361. P. 95–143.
- Parrish J.T., Spicer R.A.* Late Cretaceous terrestrial vegetation: a near-polar temperature curve // *Geology*. 1988. V. 16. № 1. P. 22–25.
- Spicer R.A.* Plants at the Cretaceous–Tertiary boundary // *Philosophical Trans. Roy. Soc. London*. 1989. V. B 325. P. 291–305.
- Spicer R.A., Davies K.S., Herman A.B.* Circum-Arctic plant fossils and the Cretaceous–Tertiary transition // *Cenozoic plants and climates of the Arctic*. Eds. Boulter M.C., Fisher H.C. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. P. 161–174.
- Sun G., Akhmetiev M., Ashraf A.R. et al.* Recent advance on the research of Cretaceous–Tertiary boundary in Jiayin of Heilongjiang, China // *Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China*. Changchun, 2004. P. 1–6.
- Suzuki S.* Fission-track zircon age of a tuff sample from the Tsagayan Formation, the Amur River Area, the Russian Far East // *Proc. 3rd Symp. Cretaceous Biot. K/T Boundary, Heilongjiang River Area, China*. Changchun, 2004. P. 75–76.
- Upchurch G.R., Jr., Lomax B.H., Beerling D.J.* Paleobotanical evidence for climatic change across the Cretaceous–Tertiary boundary, North America: twenty years after Wolfe and Upchurch // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*. 2007. V. 258. P. 57–74.
- Van Itterbeeck J., Bolotsky Y., Bultynck P., Godefroit P.* Stratigraphy, sedimentology and palaeoecology of the dinosaur-bearing Kundur section (Zeya–Bureya Basin, Amur Re-

gion, Far Eastern Russia) // *Geol. Mag.* 2005. V. 142. № 6. P. 735–750.

*Wilf P., Johnson K.R.* Land plant extinction at the end of the Cretaceous: a quantitative analysis of the North Dakota megafloreal record // *Paleobiology*. 2004. V. 30. № 3. P. 347–368.

*Wolfe J.A., Upchurch G.R.* Vegetation, climatic, and floral changes across the Cretaceous/Tertiary boundary // *Nature*. 1986. V. 324. P. 148–152

*Wolfe J.A., Upchurch G.R.* Leaf assemblages across the Cretaceous–Tertiary boundary in the Raton basin, New Mexico and Colorado // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1987. V. 84. P. 5096–5100.

*Zachos J., Pagani M., Sloan L. et al.* Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present // *Science*. 2001. V. 292. P. 686–693.

*Рецензенты О.А. Корчагин, В.А. Захаров*