

УДК 551.763+561(571.6)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПАЛЕОФЛОРИСТИКА АЛЬБА – РАННЕГО ПАЛЕОЦЕНА АНАДЫРСКО-КОРЯКСКОГО И СЕВЕРО-АЛЯСКИНСКОГО СУБРЕГИОНОВ. СТАТЬЯ 3. СРАВНЕНИЕ ФЛОР И ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВОЙ ГРАНИЦЕ

© 2007 г. А. Б. Герман

Геологический институт РАН, Москва

Поступила в редакцию 27.09.2006 г.

Установлены как черты сходства, так и существенных различий флор близких по возрасту этапов Анадырско-Корякского и Северо-Аляскинского субрегионов Северной Пацифики. Причинами последних были, по всей видимости, палеоклиматические различия субрегионов и ограничение или прерывание в определенные интервалы геологической истории трансберингийских миграций растений. Флоры указанных субрегионов пережили кризис на границе мела и палеогена без существенных эволюционных последствий, а амплитуда флористических изменений на этой границе не превышает таковые, наблюдавшиеся в течение “бескризисного” позднего мела. Развитие флор Северной Пацифики вблизи этой границы по-видимому контролировалось долговременными палеогеографическими и климатическими изменениями, эволюцией и миграцией растений.

Ключевые слова. Альб, поздний мел, ранний палеоцен, фито­стратиграфия, палеофлористика, Северная Пацифика.

СРАВНЕНИЕ АЛЬБСКИХ – РАННЕПАЛЕОЦЕНОВЫХ ФЛОР АНАДЫРСКО-КОРЯКСКОГО И СЕВЕРО-АЛЯСКИНСКОГО СУБРЕГИОНОВ

В настоящей статье приводится сравнение флор соответствующих (или близких по возрасту) этапов развития альбской – раннепалеоценовой флоры Анадырско-Корякского (АКСР) и Северо-Аляскинского (САСР) субрегионов и обсуждаются их сходство, отличия и возможные причины последних (рис. 1). Эти этапы были рассмотрены в предыдущих разделах статьи¹. Такое сравнение флор по результатам предварительного изучения флористических комплексов САСР приводится в статье А.Б. Германа и Р.Э. Спайсера (1997), сейчас же это можно сделать с большей детальностью.

Альб. Наиболее древняя из меловых флор рассматриваемых субрегионов – Какповрак САСР. Ее прямых аналогов (в возрастном и таксономическом планах) в АКСР нет – меловой флорогенез в этом субрегионе начался позднее, чем в САСР. По всей видимости, частичным аналогом флоры Какповрак можно считать раннегинтеровскую флору (рис. 1), время существования которой, вероятно, приходится на конец времени существования флоры Какповрак (поздний альб). Раннегинтеровская флора, в отличие от флоры Какповрак, обладает очень не-

большим таксономическим разнообразием, что сильно осложняет сравнение этих флор. Можно, однако, отметить ряд сближающих их признаков: 1) преобладание в составе флор раннемеловых растений, 2) разнообразие папоротников и цикадофитов, 3) присутствие в обеих флорах древних юрско-раннемеловых хвойных *Podozamites*, 4) чрезвычайную редкость (флора Какповрак) или отсутствие (раннегинтеровская флора) покрытосеменных. Более детально сравнить флоры данного уровня в АКСР и САСР невозможно из-за бедности раннегинтеровской флоры.

Наибольшее сходство флора Какповрак САСР обнаруживает с богатой и разнообразной, содержащей более 150 видов ископаемых растений, буоркемюсской флорой, известной на Северо-Востоке России (рис. 2) вне пределов АКСР, в Верхояно-Чукотском и Охотско-Чукотском субрегионах Северной Пацифики. Наиболее богатые местонахождения буоркемюсской флоры известны из буоркемюсской свиты Зырянского угольного бассейна (Принада, 1938; Самылина, 1960, 1964, 1967, 1974), из верхней подсвиты айнахкургенской свиты и из чимчемебельской свиты Айнахкургенской впадины (Филишова, 1975; Самылина, 1974, 1976; Бельый, 1994), из умкувеевской, мараквеевской и ирвунейской свит Умкувеевской впадины (Филишова, 1975; Самылина, 1974, 1976) и из средней и верхней подсвит омсукчанской свиты и из топтанской свиты Омсукчанского района Примагаданья

¹ См. ст. 1: Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т 15. № 3 и ст. 2: там же. № 4.

Ярус	Подъярус	Фитостратиграфический горизонт (ФГ) или слой с флорой (СФ)					
		Анадырско-Корякский субрегион			Северо-Аляскинский субрегион		
Даний-палеоцен	Нижний	-----			СФ Сагвон		
	Верхний	Корякский ФГ			СФ Поздняя Когосакрак		
Маастрихт	Нижний	Горнореченский ФГ					
	Кампан	Верхний	-----			СФ Ранняя Когосакрак	
Нижний		Барыковский ФГ					
Сантон	Верхний				Кайваямский ФГ		
	Нижний						
Коньяк	Верхний	Пенжинский ФГ			СФ Тулувак		
	Нижний						
Турон	Верхний	Гребенкинский ФГ			ФГ Каолак		
	Нижний				? ? ? ? ?		
	Средний				ФГ Ниакогон		
Сеноман	Верхний	Раннегинтерровский ФГ			ФГ Какповрак		
	Средний						
	Нижний						
Альб	Верхний	-----			-----		
	Средний						
	Нижний						

Рис. 1. Корреляция и возраст фитостратиграфических горизонтов и слоев с флорой Анадырско-Корякского и Северо-Аляскинского субрегионов.

(Самылина, 1976). В трех районах распространения буор-кемюсской флоры содержащие ее слои согласно подстилаются морскими отложениями с остатками аптской фауны (Самылина, 1988; Белый, 1994). Время существования этой флоры, по мнению автора, вероятно, захватывает не только ранний и средний альб (Самылина, 1974, 1988), но и какую-то часть позднего альба. К буор-кемюсской флоре автор относит также и топтанскую флору, выделенному В.А. Самылиной (1974) по флористическому комплексу топтанской свиты Омсукчанского района (рис. 2). Практически все ископаемые растения, составляющие флору Какповрак, характерны для буор-кемюсской флоры; эти флоры сближает также и соотношение между основными группами растений.

Флора Какповрак по составу сходна также, по видимому, с альбской флорой из тыльской свиты Торомского прогиба в Северном Приохотье (Лебедев, 1974; Самылина, 1976): около 25 таксонов ископаемых растений, составляющих последнюю, встречены также во флоре Какповрак: *Thallites*, *Mirella* sp., *Equisetites*, *Coniopteris* aff. *saportana* (Heer) Vachr., *Onychiopsis psilotoides* (Stock. et Webb) Ward, *Arctopteris rarinervis* (= *A. tschumikanensis* E.Lebed.), *Arctopteris* sp., *Sphenopteris*, *Cladophlebis*, *Nilssonia magnifolia*, *N. menneri*, *Taeniopteris*, *Ginkgo* ex gr. *adiantoides*, *Sphenobaiera*, *Phoenicopsis speciosa* (= *P. an-*

gustifolia), *Pagiophyllum triangulare* (= *P. acanthopholium* E.Lebed.), *Pityophyllum* ex gr. *staratchinii*, *P. ex gr. nordenskioldii*, *Parataxodium* sp., *Cephalotaxopsis* sp., *Podozamites* spp., *P. eichwaldii*, *Lindera jarmoljukii*, *Cis-sites*, *Kenella*.

Поздний альб – сеноман – ?ранний турон. Возрастным аналогом гребенкинской флоры АКСП является флора Ниакогон САСР (рис. 1). Эти флоры близки также и по таксономическому составу входящих в них растений и их общему большому разнообразию (более 130 таксонов). Их сближает разнообразие и частая встречаемость папоротников, среди которых общими для обеих флор являются виды *Gleichenia pseudocrenata* E. Lebedev, *Gleichenites asiatica* Philipp., *G. ex gr. zippei* (Corda) Sew., *Birisia jelisejevii* (Krysht.) Philipp., *B. ochotica* Samylna, *B. cf. oerstedtii* (Heer) E. Lebedev, *Coniopteris* (*Birisia* ?) *grebencaensis* Philipp., *Arctopteris penzhinensis* E.Lebed., *Asplenium dicksonianum* Heer, *Onychiopsis elongata* (Geyl.) Yokoyama, *Cladophlebis* cf. *frigida* (Heer) Seward и *C. cf. septentrionalis* Hollick.

Обязательным компонентом обеих флор являются цикадофиты, среди которых характерны виды *Nilssonia serotina* Heer, *N. yukonensis* Hollick и *Taeniopteris* ex gr. *lundgreni* Nathorst. Укороченные побеги или система удлиненных и укороченных побегов с прикрепленными или ассоциирующими листьями *Nilssonia* отнесены к роду *Nilssonia* (Spicer,

Возраст	Северо-Восток России				Северо-Аляскинский субрегион		
	Зырянский бассейн	Айнахкургенская впадина	Умкувеемская впадина	Омсулчанский район	Район Утукок-Корвин	Район Как-Каолак	Район Умиат-Чандлер
Сеноман				Зоринская свита		Пачка 6	Язык Ниакогон
Поздний		Вулкано-генные отложения	Вулкано-генные отложения			Пачка 5	Язык Киллик, верхн. ч.
				Топтанская свита	Свита Корвин	Пачка 4	Свита Чандлер
Средний	Буор-кемюсская свита	Чимчемельская свита	Ирвунейская свита	Верхняя подсвита	Свита Какповрак	Пачка 3	
			Мараквеемская свита	Омсулчанская свита	Средняя подсвита	Пачка 2	
Ранний		Верхняя подсвита	Умкувеемская свита	Нижн. подсв.	Свита Торок	Пачка 1	Свита Грэнд-стэнд
			Каньонская свита	Аскольдинская свита		?	Св. Такту
Апт	Сияльская свита	Нижн. подсв.					Св. Торок

- Флора гребенкинского типа
- Флора буор-кемюсского типа
- Флора сияльского типа
- Остатки морских моллюсков

Рис. 2. Корреляция и возраст альбских (буор-кемюсского типа) флор Северо-Востока России и Северной Аляски.

Herman, 1996). Кейтониевые (*Sagenopteris*) относительно редки. Гинкговые включают общие роды *Ginkgo* и *Sphenobaiera* и общие виды *Ginkgo ex gr. adiantoides* (Unger) Heer и *G. ex gr. lepida* Heer. Чекановские в обеих флорах представлены единственным видом *Phoenicopsis ex gr. angustifolia* Heer, находки которого редки.

Среди хвойных, многочисленных и разнообразных в обеих флорах, встречаются как относительно древние, раннемеловые представители (*Podozamites*, *Athrotaxopsis*, *Pagiophyllum*, *Pityophyllum*), так и более продвинутые растения (*Sequoia*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Thuja*). В обеих флорах наиболее часто встречаются виды хвойных *Sephalotaxopsis intermedia* Hollick, *Araucarites anadyrensis* Krysht. и *Elatocladus smittiana* (Heer) Seward, характерны также встречающиеся реже *Podozamites ex gr. lanceolatus* (Lindl. et Hutton) F. Braun, *Pagiophyllum triangulare* Prynada, *Sequoia cf. minuta* Sveshnikova, *Cryptomeria subulata* (Heer) Sveshnikova, *Parataxodium cf. wigginsii* Arnold et Lowther и *Thuja cretacea* (Heer) Newb. (= *Cupressinocladus cretaceus* (Heer) Sew.). Характерная особенность флор гребенкинской и Ниакогон – многочисленность и разнообразие покрытосеменных, которые в обоих субрегионах

впервые выходят в разряд субдоминантов именно на этом возрастном интервале. Покрытосеменные составляют, как правило, около трети от общего числа видов. Наибольшим разнообразием отличаются роды *Menispermities* (с общими для обеих флор видами *M. kryshtofovichii* Vachr., *M. septentrionalis* Hollick и *M. cf. reniformis* Dawson) и *Araliaephyllum* (общие виды *A. devjatilovae* Philipp. и *A. medium* (Philippova) Herman). Заметным, хотя и не преобладающим компонентом этих флор являются платанообразные (общие виды *Ettingshausenia louravetlanica* (Herman et Shczepetov) Herman и *Pseudoprotophyllum boreale* (Dawson) Hollick). Интересно, что как по разнообразию платанообразных, так и по количеству отпечатков в захоронениях флора Ниакогон превосходит гребенкинскую флору.

Для обеих флор характерны виды *Diospiros aff. steenstrupii* Heer, *Cissites orbiculatus* Philippova, *Scheffleraephyllum venustum* (Philipp.) Philipp., *Grebeknia anadyrensis* (Kryshtofovich) E. Lebedev, *Dalembia vachrameevii* E. Lebed. et Herman и редко встречающийся *Trochodendroides ex gr. arctica* (Heer) Berry – вид, ставший типичным компонентом более молодых флор обоих субрегионов. Обращает на себя внимание многочисленность в обеих флорах расте-

ний с цельнокрайними, лопастными и сложными листьями. В отличие от гребенкинской флоры, во флоре Ниакогон встречены немногочисленные покрытосеменные, характерные для более молодых, турон-сенонских флор АКСР (*Arthollia inordinata* (Hollick) Herman, *Araliaephyllum* ex gr. *quinquelobum* Herman, A. cf. *subitum* Philippova, “*Zizyphus*” ex gr. *smilacifolia* Budants., *Viburniphyllum* cf. *whymperi* (Heer) Herman). Однако в то же самое время во флоре Ниакогон больше и относительно древних, раннемеловых растений (*Birisia* cf. *alata* (Prynada) Samylna, *Cladophlebis virginensis* Fontaine, *Ochotopteris ochotensis* E. Lebedev, четыре вида *Sphenobaiera*, два или три вида *Podozamites*, *Stenorachis striolatus* (Heer pars) Nathorst).

Турон. Пенжинской флоре АКСР по возрасту и таксономическому составу близка флора Каолак САСР (рис. 1). Обе флоры обладают приблизительно вдвое меньшим разнообразием, чем флоры гребенкинская и Ниакогон, однако флора Каолак беднее пенжинской и по существу представляет собой ее обедненный вариант. Характерной и наиболее яркой чертой флор пенжинской и Каолак является преобладание в них крупнолистных платанообразных, представленных родами *Etingshausenia*, *Arthollia*, *Pseudoprotophyllum*, “*Credneria*” и *Paraprotophyllum* (последний род типичен для пенжинской флоры, но отсутствует во флоре Каолак). Среди этих растений общими видами являются *Etingshausenia* cf. *primaeva* (Lesquereux) Herman и *Arthollia* cf. *pacifica* Herman. Рассматриваемые флоры сближает также доминирование в них разнообразных покрытосеменных, появление в значительном количестве рода *Trochodendroides*, в том числе общих для обеих флор видов *T.* ex gr. *arctica* (Heer) Berry и *T. notabilis* Herman, единичность цельнокрайних покрытосеменных и отсутствие цикадофитов (за исключением единичного *Pterophyllum* sp. в пенжинской флоре). Папоротники более разнообразны в пенжинской флоре, среди них общими с флорой Каолак являются роды *Onychiopsis* и *Birisia*. Общими видами среди хвойных являются *Sequoia tenuifolia* и *Cephalotaxopsis intermedia*, а среди покрытосеменных, помимо перечисленных выше, также *Menispermites* ex gr. *septentrionalis* и *Dalembia pergamentii* Herman et E. Lebedev. Меньшее разнообразие флор пенжинской и Каолак по сравнению с более древними, единичность или отсутствие в них цикадофитов и редкость покрытосеменных с цельным краем листа отражает похолодание климата Северной Пацифики в туронское время по сравнению с альбом и сеноманом (Герман, Спайсер, 1997; Herman et al., 2002).

Таким образом, ископаемые флоры АКСР и САСР, возраст которых от альба до турона, обладают значительным сходством (флоры раннегинтеровская и Какповрак, гребенкинская и Ниакогон, пенжинская и Каолак), что свидетельствует о существовании в это время свободного обмена древними растениями между субрегионами через сухопутный

Берингийский мост и о палеоклиматическом сходстве последних.

Коньяк. На коньякский век приходится время существования кайвямской флоры АКСР и флоры Тулувак САСР (рис. 1), однако таксономически эти флоры существенно различаются. Хотя по разнообразию крупнолистных платанообразных, в том числе *Paraprotophyllum ignatianum* (Krysht. et Baik.) Herman и *Pseudoprotophyllum boreale* (Dawson) Hollick, многочисленности *Dalembia pergamentii* и представителей родов *Arthollia* и *Trochodendroides* и по присутствию общих видов *Magnoliaephyllum alternans* (Heer) Seward, *Zizyphus smilacifolia* Budantsev, *Dalbergites simplex* (Newberry) Seward и *Quereuxia angulata* (Newberry) Kryshtofovich флора Тулувак может быть сопоставлена с кайвямской флорой, однако в целом видовой состав и многочисленность цельнокрайних покрытосеменных отличают коньякскую флору САСР от одновозрастной флоры АКСР. Значительное участие во флоре Тулувак цельнокрайних покрытосеменных свидетельствует о том, что эта флора, несмотря на то, что она произрастала на более высокой палеошироте (около 78° с.ш.) на побережье Арктического бассейна, существовала в значительно более теплом климате, чем кайвямская флора.

Для объяснения этого феномена Р.Э. Спайсером и автором (Герман, Спайсер, 1997; Herman, Spicer, 1996, 1997a; Herman et al., 2002) была выдвинута гипотеза о том, что в коньякском веке Арктический бассейн был теплым, теплее северной Прото-Пацифики, и ему принадлежал основной контроль температурного режима в этом регионе. Для объяснения существования в позднем мелу необычно теплого Арктического бассейна мы предположили, что он “подогревался” привнесом теплых вод из низких широт предположительно по Западному Внутреннему проливу на Североамериканском континенте (рис. 3). Именно на турон и коньяк приходится максимум трансгрессии в Западном Внутреннем проливе (Hancock, Kauffman, 1979, цит. по: Найдин и др., 1986) и, вероятно, в это время по нему вполне мог осуществляться перенос тепла морскими течениями из экваториальной области в Арктический бассейн, который был изолирован от Прото-Пацифики Берингийской сушей. Это, по всей видимости, и обусловило существование относительно теплого коньякского климата на Северной Аляске, располагавшейся в непосредственной близости от места вхождения Западного Внутреннего пролива в Арктический бассейн (рис. 3). Кроме того, территория САСР в меловом периоде была “открыта” в сторону Арктического бассейна и изолирована с юга горным хребтом Брукс от воздушных масс с возможно более холодной, чем Арктический бассейн, Прото-Пацифики. По методике CLAMP нами было рассчитано, что среднегодовая температура, при которой существовала флора Тулувак, была около 13.4°C, что примерно на 4°C вы-

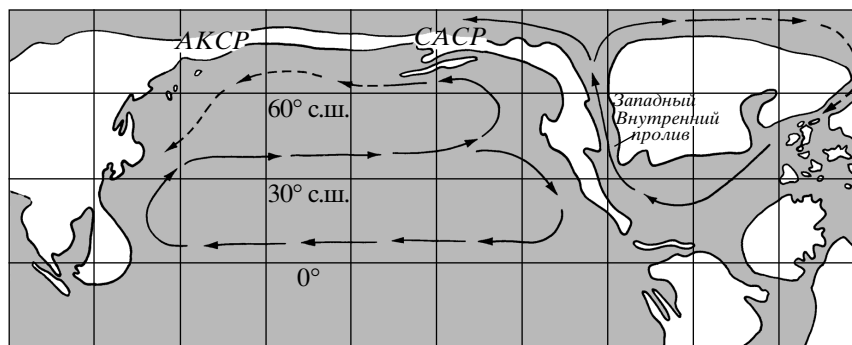


Рис. 3. Палеогеография Северной Пацифики в коньякском веке (по Funnel, 1990, с дополнениями) и предполагаемые теплые (сплошные стрелки) и холодные (прерывистые стрелки) морские течения; субрегионы: АКСР – Анадырско-Корякский, САСР – Северо-Аляскинский (по Herman, Spicer, 1996, с дополнениями).

ше, чем температура существования кайваемской флоры Северо-Западной Камчатки (Герман, 2004).

Несмотря на относительную теплолюбивость флоры Тулувак, в ее составе не встречены цикадофиты – растения, которые традиционно считаются хорошими индикаторами теплого климата. Следует отметить, что цикадофиты отсутствуют во всех пост-сеноманских флорах САСР, тогда как в АКСР они доживают до маастрихтского века и даже довольно многочисленны в сантон-кампанской флоре данного субрегиона. Причиной этому, вероятно, было то, что туронское похолодание климата, сказавшееся как в АКСР, так и в САСР, привело к вымиранию этих растений на Северной Аляске, а с потеплением в коньякском веке они по какой-то причине не смогли проникнуть в этот субрегион из более южных районов. Такой причиной мог быть естественный орографический барьер – хребт Брукс, изолировавший САСР с юга и, вероятно, непреодолимый для цикадофитов.

Сантон – маастрихт. Две следующие по возрасту флоры САСР – Ранняя Когосакрак и Поздняя Когосакрак, охватывают по времени существования интервал от позднего сантона до маастрихта включительно (рис. 1). Наиболее значительная флористическая смена в САСР приходится на ранний сантон и произошла между флорами Тулувак и Ранняя Когосакрак. Эта смена заключается в резком обеднении систематического состава флоры Ранняя Когосакрак по сравнению с флорой Тулувак, причем наиболее существенно это коснулось покрытосеменных растений, количество видов которых сократилось в сантоне-кампане минимум втрое по сравнению с коньякским веком. Флоры Ранняя Когосакрак и Поздняя Когосакрак резко отличаются от примерно одновозрастным им барыковской и горнореченской флор и отчасти одновозрастной корякской флоры АКСР (рис. 1) низким таксономическим разнообразием и редкостью покрытосеменных. При этом тенденция сокращения разнообразия флоры и уменьшения количества покрытосеменных, начавшаяся на Северной Аляске после

этапа Тулувак на этапе Ранняя Когосакрак, достигла максимума во флоре этапа Поздняя Когосакрак. Эту флору отличает чрезвычайно низкое таксономическое разнообразие (не более 13 видов) и единичность покрытосеменных растений, которые представлены только водными растениями *Quereuxia angulata*, плодами *Carpolithes* sp. и фрагментарно сохранившимися листьями однодольных и двудольных неясного систематического положения.

Одновозрастные флоры АКСР гораздо более разнообразны, покрытосеменные в них доминируют и составляют более половины видового состава флор, а в барыковской и горнореченской флорах нередко теплолюбивые цикадофиты *Nilssonia*, *Sycadites*, *Pterophyllum* и *Encephalartopsis*. Флоры Ранняя Когосакрак и особенно Поздняя Когосакрак САСР, вероятно, были гораздо более холодостойкими, чем одновозрастные флоры АКСР, которые отражают влажный умеренный и даже, по-видимому, теплоумеренный (барыковская флора) климат. Наиболее близким аналогом позднесантон – маастрихтской растительности САСР можно считать современную северную хвойную тайгу. По мнению Р.Э. Спайсера и Дж.Т. Парриша (Spicer, Parrish, 1990; Skelton et al., 2003), причиной холодолюбивого характера флор Ранняя и Поздняя Когосакрак было постепенное смещение Северного полюса в сантоне – маастрихте из центральных районов Ледовитого океана к северному побережью Аляски, в результате чего кампан-маастрихтская растительность САСР существовала вблизи полюса, на широте около 85° с.ш. Кроме того, к концу мелового периода, по-видимому, произошло закрытие Западного Внутреннего пролива или существенное ограничение связи по нему экваториальных вод с приполярными (рис. 3), и изоляция Арктического бассейна превратила его в мощный “холодильник”, что не могло не сказаться на характере произраставшей на его побережье флоры САСР (Herman, Spicer, 1996; Герман, Спайсер, 1997). Следовательно, существенно обедненный таксономический состав флор Ранняя и особенно Поздняя Когосакрак,

вероятно, отражает холодноумеренный климат и значительный температурный градиент в приполярной области Северной Пацифики в конце мелового периода. Описанные климатические различия территорий АКСР и САСР в сантон-маастрихтское время, видимо, были основной причиной, препятствовавшей флористическому обмену между субрегионами.

Поздний маастрихт – ранний палеоцен. Наиболее молодая из рассматриваемых флор САСР – раннепалеоценовая или датско-зеландская флора Сагвон – во многих отношениях близка маастрихт-датской коряжской флоре АКСР (рис. 1). Эти флоры довольно богаты в систематическом отношении, и разнообразие флоры Сагвон существенно (более чем вдвое) выше такового предыдущей флоры Поздняя Когосакрак. Хвощевые и папоротники редки во флорах коряжской и Сагвон, среди этих растений характерны *Equisetum arcticum* Heer и *Opoclea hesperia* R.W. Brown. Из хвойных наиболее часто встречаются облиственные побеги *Metasequoia occidentalis* (Newberry) Chaney – вида, являющегося одним из доминантов обеих флор. Остальные хвойные встречаются значительно реже. Однодольные представлены растениями с листьями *Naemanthophyllum* и *Phragmites*, причем первые в некоторых местонахождениях (отражающих водное сообщество) могут быть достаточно многочисленны. Покрытосеменные составляют доминирующий компонент обеих рассматриваемых флор, среди них наиболее часто встречаются полиморфные листья *Corylites beringianus* (Kryshtofovich) Moiseeva. Характерны также представители рода *Trochodendroides* (несколько видов), причем эти листья обычно ассоциируются с плодами *Trochodendrocarpus*. В некоторых местонахождениях часто встречаются отдельные листья или листовые розетки водного растения *Quegexia*. Отличает флору Сагвон от коряжской меньшее количество относительно древних растений, более характерных для позднего мела, таких как *Asplenium dicksonianum* Heer, *Coniopteris tschuktschorum* (Krysht.) Samylna, *Birisia jelisejevii* (Krysht.) Philippova, *Cladophlebis* sp., *Ginkgo ex gr. adiantoides* (Unger) Heer, представителей родов *Pityophyllum*, *Elatocladus*, *Araucarites*, *Cissites* и др. Близкое сходство флор коряжской и Сагвон свидетельствует о восстановлении в позднем маастрихте и дании свободного флористического обмена между АКСР и САСР через сухопутный Берингийский мост, прервавшегося в кампане и начале маастрихта из-за существенных климатических различий этих субрегионов.

ФЛОРА АНАДЫРСКО-КОРЯЖСКОГО И СЕВЕРО-АЛЯСКИНСКОГО СУБРЕГИОНОВ НА МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВОЙ ГРАНИЦЕ

Граница мела и палеогена – один из наиболее ярких рубежей в истории Земли, на который приходится крупнейший экологический кризис и вы-

мирание в ряде регионов животных и растений, связываемые многими исследователями с катастрофическим импактным событием. Предполагается, что его влияние на биоту в значительной мере происходило за счет резких климатических изменений (сценарий “ядерной зимы”). Наземные растения являются хорошими индикаторами климата, поскольку непосредственно взаимодействуют с атмосферой и прямо подвержены изменениям климата. Кроме того, известно, что климатические флуктуации наиболее отчетливо проявляются в высоких широтах. Поэтому сравнительное изучение поздне меловых – палеоценовых флор Северной Пацифики, существовавших в высоких широтах Северного полушария, важно для оценки характера и амплитуды изменений на рубеже мелового и палеогенового периодов.

Для обсуждения флористических изменений в АКСР и САСР на мел-палеогеновой границе важны тафофлоры, относящиеся к коряжскому этапу развития флоры АКСР и этапу Сагвон САСР, а именно тафофлоры коряжская, рарыттинская и Сагвон (рис. 4). 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. Рарыттинская флора датируется менее уверенно, но важна тем, что на стратиграфический интервал вмещающих ее отложений вероятно приходится мел-палеогеновая граница. Тафофлора Сагвон датирована ранним палеоценом, и хотя эта датировка сделана по палинологическим данным, а не по остаткам морской фауны, тем не менее представляется, что ее можно считать достаточно надежной.

Как было показано в предыдущих разделах статьи (см. статьи в № 3 и 4 журнала “Стратиграфия. Геол. корреляция” за 2007 г.), все три перечисленные тафофлоры однотипны и имеют существенное сходство. Тот факт, что позднемаастрихтская коряжская флора АКСР таксономически и физиологически весьма близка раннепалеоценовой флоре Сагвон САСР (рис. 4), свидетельствует против гипотезы 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 Северной Пацифики этот кризис не вызвал.

К такому же выводу приходит Л.Б. Головнева (1994; Golovneva, 1994), основываясь на изучении рарыттинского флористического комплекса: по ее мнению, на заключающий его стратиграфический интервал рарыттинской свиты приходится граница меловой и палеогеновой систем, причем, по мнению Головневой, с этой границей совпадает граница между ранне- и поздне рарыттинским флористическими подкомплексами (рис. 4). Если такое предположение справедливо, то примечательно, что на



Рис. 4. Флористические изменения в Анадырско-Корякском и Северо-Аляскинском субрегионах вблизи границы мела и палеогена.

этой границе наблюдаемые флористические изменения незначительны и позволяют Головневой рассматривать флоры, существовавшие по разные стороны этой границы, лишь в ранге подкомплексов рарыткинской тафофлоры, отмечая при этом, что "...подкомплексы флоры рарыткинской свиты не являются резко обособленными друг от друга." (Головнева, 1994, с. 41). Флористические изменения более высокого ранга наблюдаются в маастрихтской (приблизительно в среднем или верхнем маастрихте) части рарыткинской свиты при смене горнореченского флористического комплекса рарыткинским (рис. 4), причем, как отмечает Л.Б. Головнева (1994, с. 41), рарыткинская тафофлора отличается от горнореченской "...значительным изменением видового состава среди папоротников, голосеменных и покрытосеменных растений, сменой видов-доминантов, исчезновением последних цикадофитов, заменой древних хвойных (*Sequoia minuta*, *Syrptomerites*, *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 в конце маастрихта эта флора постепенно распространялась на юг.

Палеоботанические свидетельства о катастрофическом событии на границе мела и палеогена известны, главным образом, из средних широт Северной Америки (Spicer, 1989; Spicer et al., 1994). Рассмотренный выше материал позволяет заключить, что в Северной Пацифике наиболее существенное (но не катастрофическое) флористическое изменение произошло в маастрихте, а не на границе мела и палеогена (рис. 4), где наблюдаются лишь незначительные изменения, амплитуда которых не превышает таковых, наблюдающихся в течение "бескризисного" позднего мела (Головнева, 1994; Головнева, Герман, 1998; Spicer et al., 1994; Herman, Spicer, 1995, 1997b). Подобное заметное изменение флоры в пределах маастрихта известно также в Европе (Knobloch, Mai, 1986) и Северной Америке (Johnson, 1988; Johnson et al., 1989). Следовательно, флора высоких широт Азии и Северной Америки не дает никаких свидетельств катастрофического события на границе мела и палеогена. Напротив, наблюдающееся вблизи этой границы развитие флор по-видимому контролировалось долговременными климатическими изменениями, эволюцией растений и их миграцией. Отсутствие значительных флористических изменений в Северной Пацифике в конце мелового периода свидетельствует, что прямое влияние импактного события (массовая гибель растений в результате похолодания и резкого снижения фотосинтеза из-за уменьшения прозрачности атмосферы)

сферы) было ограничено лишь средними широтами Северной Америки и отнюдь не было глобальным.

Рассматривая палинокомплексы маастрихта – эоцена САСР, Н.О. Фредериксен с соавторами (Frederiksen et al., 1996, 1998) отмечают, что наблюдается постепенное существенное увеличение разнообразия спор и пыльцы от низкого в раннем палеоцене к весьма высокому в раннем и среднем эоцене, что указанные авторы интерпретируют как восстановление флоры после события массового вымирания в терминальном мелу. Можно, однако, предложить иную интерпретацию наблюдаемому явлению, а именно постепенное возрастание таксономического разнообразия флоры САСР в результате прогрессирующего потепления климата Северной Аляски от пессимума во второй половине маастрихта (которому отвечает флора Поздняя Когосакрак с чрезвычайно низким разнообразием) до глобально температурного оптимума в начале эоцена.

Как уже отмечалось, коряжская флора АКСР таксономически и физиономически близка раннепалеогеновым, а не поздне меловым флорам Северо-Востока Азии и Северной Америки. Позднемаастрихтская флора АКСР, вероятно, была источником многих таксонов флоры Сагвон, мигрировавших на север Аляски с северо-востока Азии во время палеоценового потепления. Возможно, именно позднемаастрихтская флора АКСР дала начало раннетретичным листопадным флорам Арктики и прилегающих регионов (Herman, Spicer, 1995, 1997b).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнение флор соответствующих (или близких по возрасту) этапов, выделенных в Анадырско-Коряжском (АКСР) и Северо-Аляскинском (САСР) субрегионах Северной Пацифики, выявило как их сходство (флоры этапов раннегинтеровского и Какповрак, гребенкинского и Ниакогон, пенжинского и Каолак, коряжского и Сагвон), так и отличия (флоры этапов кайваямского и Тулувак, горнореченского и Когосакрак). Первое находит объяснение в свободном флористическом обмене между субрегионами с альбского по туронский века мелового периода и с конца маастрихта по палеоцен по сухопутному Берингийскому мосту и о близости палеоклиматов, существовавших в АКСР и САСР в это время.

Отличие флор АКСР и САСР, вероятно, связано с нарушением или даже прерыванием в определенные интервалы геологической истории широкой трансберингийской миграции растений. Причиной этому были по всей видимости палеоклиматические различия субрегионов, связанные с влиянием на их климат переноса тепла океаническими водами из низких широт в Арктический бассейн (потепление климата Северной Аляски в коньякское время), с трансгрессиями и регрессиями в Западном Внутреннем проливе Северной Америки и с положением

Северного полюса вблизи Северной Аляски (походание в САСР в кампане – маастрихте).

Флоры АКСР и САСР пережили кризис на границе мела и палеогена без существенных эволюционных последствий, а амплитуда флористических изменений на этой границе не превышает таковых, наблюдающихся в течение “бескризисного” позднего мела. Развитие флор Северной Пацифики вблизи этой границы по-видимому контролировалось долговременными палеогеографическими и климатическими изменениями, эволюцией и миграцией растений.

Позднемаастрихтская флора АКСР, вероятно, была источником многих таксонов раннепалеогеновой флоры САСР, мигрировавших на север Аляски с северо-востока Азии во время палеоценового потепления по сухопутному Берингийскому мосту. Возможно, позднемаастрихтская флора АКСР дала начало раннетретичным листопадным флорам Арктики и прилегающих южных регионов Дальнего Востока.

Автор чрезвычайно признателен А.Т. Альбергу, М.А. Ахметьеву, В.Ф. Белому Л.Ю. Буданцеву, В.А. Вахрамееву, В.И. Волобуевой, Ю.Б. Гладенкову, Л.Б. Головневой, В.А. Захарову, В.А. Красилову, Е.Л. Лебедеву, Н.П. Масловой, В.П. Похиалайнену, М.И. Райкевичу, В.А. Самылиной, М.А. Семихатову, Р.Э. Спайсеру, Г.П. Тереховой, Н.И. Филатовой, Г.Г. Филипповой и С.В. Щепетову, в разные годы обсуждавших с автором представленный здесь материал, а также А.Р. Александрову, Ю.Е. Апт, О.В. Гриненко, Д. Джолли, С.Г. Камзоловой, Е.И. Костиной, Б.А. Красову, Ч.Г. Малу, М.Г. Моисеевой, П.М. Рису, В.Н. Савченко и С.И. Семенову, принимавших вместе с автором участие в полевых работах.

Исследования были поддержаны грантами РФФИ № 04-05-64424 и № 06-05-64618, НШ-372.2006.5 Государственной программы поддержки исследований научных школ и молодых ученых Российской Федерации и Программы № 18 фундаментальных исследований Президиума РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белый В.Ф.* Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 76 с.
- Герман А.Б.* Поздне меловой климат Евразии и Аляски (по палеоботаническим данным). М.: Наука, 2004. 157 с.
- Герман А.Б., Спайсер Р.Э.* Континентальный мел Северо-Востока Азии и Аляски: сравнение флор и палеоклимата // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 1. С. 60–66.
- Головнева Л.Б.* Маастрихт-датские флоры Коряжского нагорья. С.-Петербург: Ботан. ин-т РАН, 1994. 148 с.
- Головнева Л.Б., Герман А.Б.* Закономерности эволюции флоры в позднем мелу на территории Северо-За-

- падной Камчатки и Корякского нагорья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 6. С. 3–16.
- Лебедев Е.Л. Альбская флора и стратиграфия нижнего мела Западного Приохотья. М.: Наука, 1974. 147 с.
- Найдин Д.П., Похилайнен В.П., Кац Ю.И., Красилов В.А. Меловой период. Палеогеография и палеоокеанология. М.: Наука, 1986. 263 с.
- Принада В.Д. Материалы к познанию мезозойской флоры бассейна р. Колымы. Ленинград: Гос. объедин. научн.-техн. изд-во, 1938. 74 с.
- Самылина В.А. Покрытосеменные растения из нижнемеловых отложений Колымы // Ботанич. журн. 1960. Т. 45. № 3. С. 335–352.
- Самылина В.А. Мезозойская флора левобережья р. Колымы (Зырянский угленосный бассейн). Часть I. Хвощевые, папоротники, цикадовые, беннетитовые // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 8. Палеоботаника, 1964. Вып. V. С. 40–79.
- Самылина В.А. Мезозойская флора левобережья р. Колымы (Зырянский угленосный бассейн). Часть II. Гинкговые, хвойные. Общие главы // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 8. Палеоботаника, 1967. Вып. VI. С. 134–175.
- Самылина В.А. Раннемеловые флоры Северо-Востока СССР (К проблеме становления флор кайнофита) // XXVII Комаровские чтен. Л.: Наука, 1974. 56 с.
- Самылина В.А. Меловая флора Омсукчана (Магаданская область). Л.: Наука, 1976. 207 с.
- Самылина В.А. Аркагалинская стратифлора Северо-Востока Азии. Л.: Наука, 1988. 131 с.
- Филиппова Г.Г. Флора нижнемеловых отложений Умквеемской и Айнахургенской впадин // Материалы по геол. и полезн. ископаемым Северо-Востока СССР. 1975. № 22. С. 23–35.
- Frederiksen N.O., Andrieu V.A.S., Sheehan T.P. et al. Palynological dating of Upper Cretaceous to middle Eocene strata in the Sagavanirktok and Canning Formations, North Slope of Alaska // U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 1998. V. 98-471. 51 p.
- 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 // Department of the interior, U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 1996. V. 96-84. 44 p.
- Funnell B.M. Global and European Cretaceous shorelines, stage by stage. The global shoreline maps // Cretaceous Resources, Events and Rhythms / Eds Ginsburg R.N., Beaudoin B. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Acad. Publ., 1990. P. 221–235.
- Golovneva L.B. The flora of the Maastrichtian-Danian deposits of the Koryak Upland, Northeast Russia // Cretaceous Research. 1994. V. 15. P. 89–100.
- Hancock J.M., Kauffman E.G. The great transgressions of the Late Cretaceous // J. Geol. Soc. 1979. V. 136. № 2. P. 175–186.
- Herman A.B., Spicer R.A. Latest Cretaceous flora of Northeastern Russia and the “terminal Cretaceous event” // Paleontol. J. 1995. V. 29. № 2A. P. 22–35.
- Herman A.B., Spicer R.A. Palaeobotanical evidence for a warm Cretaceous Arctic ocean // Nature. 1996. V. 380. № 6572. P. 330–333.
- Herman A.B., Spicer R.A. New quantitative palaeoclimate data for the Late Cretaceous Arctic: evidence for a warm polar ocean // Palaeogeog., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1997a. V. 128. P. 227–251.
- Herman A.B., Spicer R.A. The Koryak flora: Did the Early Tertiary deciduous flora begin in the Late Maastrichtian of northeastern Russia? // Proc. 4-th European Palaeobot. Palynol. Conf. (Heerlen, September 1994). 1997b. P. 87–92.
- Herman A.B., Spicer R.A., Kvacek J. Late Cretaceous climate of Eurasia and Alaska: a quantitative palaeobotanical approach / Ed. Wagreich M. Aspects of Cretaceous Stratigraphy and Palaeobiogeography. Proceedings 6th Internat. Cretaceous Symposium, Vienna 2000. Osterreichische Akademie der Wissenschaften, Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen. 2002. Bd. 15. P. 93–108.
- Johnson K.R. High resolution megafloral biostratigraphy for the late Cretaceous and early Paleocene of N. Dakota and Montana // Geol. Soc. America. Abstr. with Program. 1988. V. 20. P. 379.
- 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.
- Knobloch E., Mai D.H. Monographie der Frucht und Samen in der Kreide von Mitteleuropa. Praha: Vydal Ustredni ustav geol. v Akademii, 1986. 223 p.
- Skelton P.W., Spicer R.A., Kelley S.P., Gilmour I. The Cretaceous World / Ed. by Skelton P.W. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2003. 360 p.
- Spicer R.A. Plants at the Cretaceous-Tertiary boundary // Phil. Trans. Roy. Soc. London. 1989. V. B 325. № 1228. 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. Ed. by M.C. Boulter and H.C. Fisher. NATO ASI Series, Ser. I, V. 27. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. P. 161–174.
- Spicer R.A., Herman A.B. Nilssoniocladus in the Cretaceous Arctic: new species and biological insights // Rev. Palaeobot. Palynol. 1996. V. 92. P. 229–243.
- Spicer R.A., Parrish J.T. Late Cretaceous-early Tertiary palaeoclimates of northern high latitudes: a quantitative view // J. Geol. Soc. London. 1990. V. 147. № 2. P. 329–341.

Рецензент Л.Ю. Буданцев