ИСКОПАЕМЫЕ ФЛОРЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Труды Биолого-почвенного института

1975 Новая серия Том 27 (130)

УДК 551.763(571.6)

РАЗВИТИЕ ПОЗДНЕМЕЛОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗАПАДНОГО ТИХООКЕАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА И ТЕКТОГЕНЕЗОМ

В. А. Красилов

Биолого-почвенный институт ДВНЦ АН СССР, Владивосток

Позднемеловые флоры Тихоокеанского побережья СССР принадлежат трем климатическим зонам — теплоумеренной (Приморье, Сахалин), умеренной (бассейны Колымы и Анадыря, Камчатка) и бореальной (Чукотка), которые прослеживаются и в Северной Америке. Корреляция возможна на основе параллелизма палеосукцессий в этих зонах. Начало сеномана отмечено формированием характерного позднемелового комплекса хвойных и появлением покрытосеменных с платаноидным типом листьев (флора Нулато Аляски и топтанская — Колымы). В туроне захоронения с разнообразными хвойными и преимущественно мелколистными двудольными формируются в условиях контрастного рельефа и мощного вулканизма (аркагалинская, коэквуньская, аркагалинская, ульинская, партизанская флоры, а также флоры Асува и Омичидани в Японии). Экспансия платаноидных двудольных приходится на коньякский век (айнусская и валижгенская флоры, Камогата в Японии). В сантоне (гиляцкая флора Сахалина, верхнебыстринская — Камчатки, Чигник — Аляски и др.) платаноидные леса редуцируются. Наиболее термофильны кампанские флоры (жонкьерская — Сахалина, барыковская — бухты Угольной, Милк Ривер и Нанаймо — Канады). В маастрихте начинается похолодание (флора Августовки на Сахалине, Хакобучи в Японии, Эдмонтон в Канаде). Резкому изменению условий в начале дания отвечают бошняковская флора Сахалина и корякская — побережья Анадырского залива. Основная активизация тектогенеза в Пацифике приходится на поздний сеноман—турон.

Позднемеловой этап — один из важнейших в геологической истории Пацифики. На Тихоокеанском побережье СССР он ознаменовался завершением геосинклинального развития обширных территорий, развитием наземного вулканизма, образованием основных рудных месторождений. Стратиграфическая корреляция континентальных верхнемеловых отложений затруднена слабой изученностью многих захоронений ископаемых растений, разногласиями в вопросах классификации и номенклатуры листовых остатков, отсутствием общепринятых корреляционных критериев. Общий списочный состав флоры мало изменяется в течение позднемеловой эпохи. Трудно указать надежные руководящие формы или их комбинации. В то же время в каждом районе прослеживаются последовательные изменения количественных соотношений между различными морфологическими типами листьев, отражающие изменение климата. По мнению автора, корреляция должна быть основана на параллелизме таких изменений (параллелизме палеосукцессий) в районах, принадлежащих различным климатическим зонам. В связи с этим рассмотрим климатическую зональность.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ

В. А. Вахрамеев (Вахрамеев и др., 1970) отнес позднемеловые флоры Тихоокеанского побережья СССР и Японии к Тихоокеанской провинции Сибирской палеофлористической области, разделив ее на две подпровинции — Камчатско-Чукотскую и Сахалинско-Японскую. Отличительные черты последней — это разнообразие глейхений, присутствие *Protophyllocladus polymorphus, Araliaephyllum («Sassafras») polevoii, Debeya («Aralia») tikhonovichii, Bauhinites.* Для северной подпровинции, по В. А. Вахрамееву, характерно обилие макклинтокий, крупнолистных креднерий и псевдопротофиллумов. Нетрудно заметить, что это деление отражает главным образом климатическую зональность и практически не связано с эндемизмом, позволяющим говорить о различной истории флор. Существует еще несколько классификаций позднемеловых флор, где подразделения, отвечающие фитоклиматическим зонам, номенклатурно оформлены как флористические области или провинции с более или менее произвольной иерархией. Так, позднемеловая флора Сахалина, очевидно, ближе к попадающей в другую провинцию или даже область флоре западной Гренландии, чем к флоре Анадыря или Чукотки. Далее, нет четких критериев, определяющих границы фитогеографических подразделений: они большей частью проводятся на основании количественных различий. Ниже предпринята попытка уточнить фитогеографическую схему позднемеловой эпохи, исходя из общих принципов районирования, изложенных в статье В. А. Красилова и С. А. Шороховой (см. настоящий сборник). В позднем мелу отчетливо выступают различия между флорами Арктогеи и Нотогеи. В последней уже в это время доминируют протейные и появляется *Nothofagus* (Mildenhall, 1972). Для прослеживания фитоклиматических зон в пределах Арктогеи я использовал несколько широко распространенных и легко различимых морфологических типов, обнаруживающих наиболее отчетливую связь с климатом:

Phoenicopsis — составляет основу феникопсисовых листопадных лесов умеренной зоны, начиная с позднего триаса; в позднем мелу, повидимому, сохраняет ту же климатическую приуроченность;

Ginkgo (или *Ginkgoites*) — в течение мезозоя достигает наибольшей численности и разнообразия в феникопсисовой зоне, но встречается и южнее, в областях с теплоумеренным и (редко) субтропическим климатом;

Nilssonia — один из наиболее широко распространенных типов мезозойских листьев, распространенный приблизительно в тех же пределах, что и *Ginkgoites*, но достигающий оптимального развития в более южных районах;

Debeya (или *Dewalquea*) — морфологический тип листьев, встречающихся в современной флоре главным образом в семействе протейных; не встречен в высоких широтах. Лишь в одном пункте — в западной Гренландии — *Debeya* ассоциирует с *Phoenicopsis;*

пальмы — климатическая приуроченность аналогична современной. Схематически соотношение между этими индикаторами выглядит следующим образом:

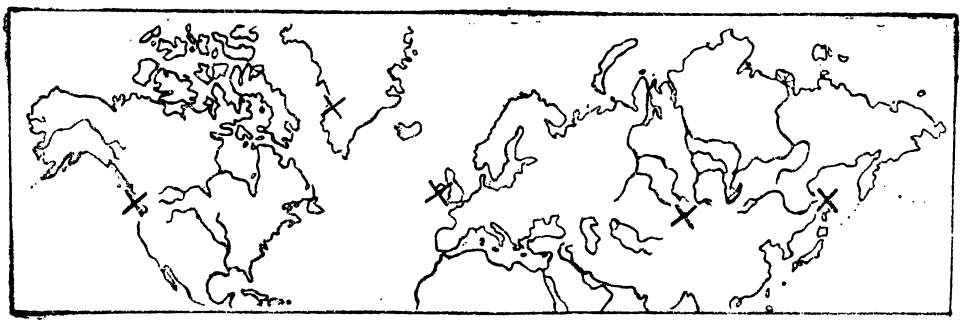
Phoenicopsis
Ginkgoites
Nilssonia
Debeya, Palmae
Ю ←——————————→ С

По их сочетаниям можно выделить четыре зоны:

1. Субтропическая зона с пальмами и *Debeya,* немногочисленными нилссониями и без гинкговых (за исключением очень редких находок).

Сюда входят меловые флоры США и Европы. Среди остатков покрытосеменных здесь преобладает лавролистный тип. Это наиболее теплая зона, которую, однако, нельзя считать тропической, так как здесь заметную роль играют таксодиевые. Кроме того, листья двудольных в основном мельче, чем в тропических лесах. Южная граница этой зоны не известна. На севере Дакотская флора Канзаса и Небраски служит переходом к следующей зоне.

2. Теплоумеренная зона или экотон между субтропической и умеренной. *Debeya* встречается наряду с *Ginkgoites*. Северная граница распространения *Debeya* определяется находками этих листьев в Зайсанской впадине (Ильинская, 1962), на Сахалине (Krassilov, 1973), Ванкувере (Bell, 1957), в западной Гренландии (см. рисунок). Наиболее северные находки меловых пальм известны в Японии и на Ванкувере. Повсеместно распространен редвуд с *Sequoia reichenbachii*. К этой зоне, вероятно, относятся флоры Каратау и Средней Азии (Самсонов, 1967; и др.), представляющие наиболее ксерофильный вариант той же растительности.



Наиболее северные находки Debeya (ирландская находка относится к палеогену), намечающие экотон между субтропической и умеренной зонами

3. Умеренная зона с *Nilssonia, Ginkgoites, Phoenicopsis,* без пальм и *Debeya*. Сюда относятся крупные захоронения бассейнов Колымы и Анадыря, Камчатки, Вилюйского бассейна, Западной Сибири (см. Вахрамеев и др., 1970), Западного Казахстана, Канады (Bell, 1963; и др.), п-ова Аляска и бассейна Юкона (Hollick, 1930). На эти районы приходится оптимальное развитие двудольных с платаноидным типом листьев (*Credneria, Protophyllum, Pseudoprotophyllum, Pseudoaspidiophyllum* и другие роды, возможно, принадлежащие разным семействам), в большинстве захоронений преобладающим над лавролистным типом, который также широко распространен. Fabales менее разнообразны, чем в двух предыдущих зонах. Среди хвойных листопадный *Parataxodium* преобладает над вечнозеленой *Sequoia*.

4. Бореальная зона с *Phoenicopsis* и *Ginkgoites*, но без *Nilssonia*; включает захоронения северной Аляски (Smiley, 1969, 1972; и др.), где, начиная с раннего сеномана (четвертая стратиграфическая зона Смайли), нилссонии исчезают, что может указывать на более холодный климат по сравнению с предыдущей зоной. С известной долей условности к этой зоне можно отнести пока недостаточно изученные захоронения Чукотки, где нилссонии до сих пор не обнаружены, хотя имеются находки *Ctenis* (Филиппова, 1972 а, б).

Эта схема имеет определенное сходство со схемой Э. Стенли (Stanley, 1970), который использовал пыльцевые зерна морфологической группы *Triprojectus* для прослеживания экотона между тропической и умеренной зонами. Однако, по данным Дж. Рауза и др. (Rouse et al., 1969), пыльца этого типа чаще встречается в отложениях внутриконтинентальных районов, чем прибрежных. Отсюда следует, что распростра-

нение растений, продуцировавших эту пыльцу, контролировалось не только температурой, но и континентальностью климата. Я высказал предположение (Красилов, 1971), что распространение *Triprojectus (Aquillapollenites)* в Евразии отражает распространение суши и моря в позднемеловую эпоху.

В сеномане — сеноне флоры Тихоокеанского побережья Азии принадлежали трем зонам — теплоумеренной (Приморье, Сахалин, Япония), умеренной (Охотское побережье, Колыма, Анадырь, северная Камчатка) и бореальной (Чукотка).

ПРИМОРЬЕ, САХАЛИН И ЯПОНСКИЕ ОСТРОВА

Альбская флора, состоящая в основном из папоротников, цикадофитов, хвойных и редких покрытосеменных, известна в Южном Приморье и подробно описана (Красилов, 1967). Выше слоев с альбской флорой здесь залегают красноцветные толщи очень большой мощности, которые, очевидно, включают не только верхние горизонты альба, но и часть сеноманского яруса. В них встречены редкие остатки папоротников типа *Onychiopsis* и голосеменных *Otozamites* и *Ginkgoites*. Насколько мне известно, значительных сеноманских захоронений на рассматриваемой территории нет. К турону относятся флоры Асува (Matsuo, 1962) и Омичидани (последняя, возможно, несколько моложе: Matsuo, 1970) из вулканогенного (риолитового) комплекса внутренней зоны центральной Японии. Они состоят из папоротников (в том числе *Onoclea* cf. *sensibilis* L.), нилссоний (несколько видов, описанных Х. Мацуо, возможно, принадлежат одному виду с полиморфными листьями), *Ginkgoites*, хвойных из семейств Pinaceae (шишки и семена *Pseudotsuga* и *Pinus* во флоре Омичидани) и Taxodiaceae (*Sequoia, Cunninghamia* и др.), довольно редких мелколистных покрытосеменных, из которых относительно часто встречается лишь водная *Quereuxia* («*Hemitrapa*») *angulata*. Во флоре Асува определены остатки пальм. В Приморье того же типа флора содержится в нижней части вулканогенного комплекса и известна под названием партизанской (Криштофович, 1939). Здесь также встречена *Onoclea* (обрывки ее перышек описаны А. Н. Криштофовичем как *Cladophlebis septentrionalis, Anemia* cf. *elongata* и, возможно, *Phanerophlebites pealei*), хвойные и очень мелколистные покрытосеменные, из которых достоверно определен лишь *Viburnum*. Комплекс, аналогичный партизанскому, но содержащий (по данным автора) многочисленные остатки *Quereuxia angulata*, известен из угленосных слоев с. Достоевка в Даубихинском прогибе. Характерные черты туронских флор — редкая встречаемость и мелколистность покрытосеменных, среди остатков которых нет ни крупных платаноидных, ни цельнокрайных листьев.

Более молодые сенонские флоры лучше всего изучены на Северном Сахалине. А. Н. Криштофович (1937) выделил здесь три последовательные флоры: айнусскую, гиляцкую и ороченскую. Позднее самостоятельность айнусского горизонта была поставлена под сомнение. Сейчас он входит в качестве нижнего седиментационного ритма в состав угленосной арковской свиты, соответствует морским слоям с *Inoceramus uwajimesis* и датируется поздним туроном — коньяком (подробнее о сахалинских флорах см. Красилов, 1973). Айнусский комплекс (флора р. Половинки) характеризуется наибольшим развитием платаноидных листьев, представленных в основном родом *Protophyllum*. Гиляцкий комплекс включает наиболее богатые захоронения (флора Мгачи), приуроченные к верхней части арковской свиты (в некоторых районах эти слои относят к жонкьерской свите). Здесь преобладают сложные листья *Debeya tikhonovichii* (Krysht.) Krassilov и неболь-

шие лопастные листья *Araliaephyllum polevoi* (Krysht.) Krassilov. Часто встречаются *Trochodendroides sachalinensis* (Krysht.) Krysht., а также вечнозеленые растения *Cycas* и *Laurophyllum*. Платаноидных листьев меньше, чем во флоре р. Половинки. На восточном склоне горы Верблюд угленосная толща с гиляцкой флорой содержит остатки аммонитов *Anapachydiscus naumanni*, по которым ее возраст определяется как сантонский (в Японии «гиляцкими» называют отложения сеномана — турона).

Ороченскими А. Н. Криштофович именовал все флоры Крутого хребта, где имеется несколько последовательных флористических горизонтов. Над угленосной толщей с гиляцкой флорой залегают флишоидные отложения жонкьерской свиты с морской фауной компанского возраста (*Canadoceras kosmati, Inoceramus schmidti* и др.). Жонкьерская флора (захоронения мыса Жонкьер, западного склона горы Верблюд, побережья возле устья р. Най-Най) содержит наиболее высокий процент цельнокрайных листьев, принадлежащих главным образом роду *Magnoliaephyllum*. Здесь чаще, чем в других комплексах, встречаются узкие листья *Myriciphyllum*. Платаноидные листья играют подчиненную роль. Небольшие захоронения растений известны в красноярковской свите (поздний кампан—маастрихт). По р. Августовке выше слоев с *Pachydiscus* залегает паралическая угленосная толща, где наряду с обычными в жонкьерской флоре *Cladophlebis frigida, Gleichenites sachalinensis, Nilssonia, Protophyllum* встречаются *Osmunda, Pterophyllum, Parataxodium, Trochodendroides arctica, Macclintockia*. Этот комплекс, который я предлагаю назвать августовским, датируется поздним маастрихтом. В том же разрезе над угленосными слоями залегает толща туфов и туффитов с бошняковской флорой, которая, по моим данным, имеет раннедатский возраст. Здесь есть меловые реликты (*Cladophlebis frigida*, редкие нилссонии, *Bauhinites*), но преобладают *Metasequoia, Platanus* и *Corylites*, встречается папоротник *Woodwardia*. Если все комплексы сенона близки по составу и различаются главным образом количественными соотношениями морфологических типов листьев покрытосеменных, то бошняковская флора имеет иной состав доминирующих родов.

В вулканогенных толщах Сихотэ-Алиня, по-видимому, имеются аналоги айнусского горизонта с крупными платаноидными листьями. Бошняковскому горизонту, возможно, соответствует флора р. Соболевки с разнообразными Betulaceae и Ulmaceae (Байковская, 1956), которая, однако, имеет более молодой облик и может сопоставляться с позднедатской флорой Буреинского Цагаяна. На Сахалине этому возрастному интервалу соответствует перерыв между бошняковской и каменской свитами.

В Японии коньякские флоры Камогата в западных районах и Кудзи на севере, как и айнусская флора Сахалина, содержат много покрытосеменных с платаноидными листьями. В более молодой флоре Изуми (кампан по корреляционной схеме Мануо) этих растений нет. Лучше других изучена маастрихтская флора Хакобучи (Endo, 1925) с *Cladophlebis frigida, Asplenium dicksonianum, Nilssonia* spp., *Glossozamites, Sequoia heterophylla (Parataxodium?), Protophyllum* и *Trochodendroides arctica*. Она хорошо сопоставляется с августовским комплексом Сахалина. Более молодая флора Оаран характеризуется своеобразным смешением третичных и меловых (раннемеловых типа *Zamiophyllum*) растений. Она может оказаться датской, хотя не исключено, что здесь объединены захоронения различного возраста.

Таким образом, в Приморье, на Сахалине и в Японии можно выделить шесть флористических горизонтов: партизанский (флоры р. Рудной, Достоевки, Асува, Омичидани), айнусский (флоры Половинки, Ка-

могата, Кудзи), гиляцкий (флора Мгачи), жонкьерский (флоры Жонкьера, Най-Най, Изуми), августовский (флоры красноярковской свиты по р. Августовке, Хакобучи) и бошняковский (флоры бошняковской свиты и Оарai), датируемые соответственно туронским, коньякским, сантонским, кампанским, маастрихтским и датским веками (возможно, что флора р. Соболевки относится к седьмому, позднедатскому горизонту). Два из них—партизанский и гиляцкий—характеризуются преобладанием мелколистных цветковых, относящихся к различным родам. Платаноидные листья доминируют в айнусском (*Protophyllum*) и бошняковском (*Platanus*) горизонтах, листья магнолиевого типа — в жонкьерском. Род *Trochodendroides* играет заметную роль в гиляцком (*T. sachalinensis*), августовском (*T. arctica*) и более молодых горизонтах. Из других легко различимых морфологических типов листьев следует отметить *Macclintockia* (августовский горизонт) и особенно «*Rulac*» *quercifolia* (гиляцкий и жонкьерский горизонты).

Поскольку платаноидные листья принадлежали растениям, обитавшим, подобно современному платану, преимущественно в долинах рек, то можно предположить, что увеличение их количественного участия связано с выравниванием рельефа и расширением долин. В условиях более контрастного рельефа и редукции пойменных сообществ в захоронение попадали преимущественно растения склонов. Так, захоронения партизанского комплекса образовались в пределах вулканического пояса, вероятно в небольших озерах, окруженных горами. Этим объясняется сочетание остатков водных и мелколистных склоновых растений, а также шишек и семян Pinaceae. Однако экспансию «платаноидных» покрытосеменных нельзя целиком объяснить изменением рельефа. Она охватывает обширные территории с различным рельефом и обнаруживает отчетливую корреляцию с изменениями климата: в коньякском и особенно датском веках климат был относительно холодным. Судя по соотношению листьев с цельным и нецельным краем, наиболее теплым был кампанский век (жонкьерский горизонт).

СЕВЕРО-ВОСТОК

К востоку от Верхоянского хребта известно множество местонахождений, где относительно редкие покрытосеменные встречены вместе с более многочисленными папоротниками, цикадофитами, гинкговыми и хвойными. Обычно такие комплексы относят к альбу — раннему сеноману. В действительности они, вероятно, имеют различный возраст. С альбскими флорами Приморья хорошо сопоставляются флоры буоркемюсской свиты Зырянского бассейна и омсукчанской свиты Балыгычан-Сугойского прогиба (см. Вахрамеев и др., 1970). В первой содержатся довольно разнообразные мелколистные цветковые «альбского» типа, во второй — преимущественно водные двудольные. Вероятно, тот же стратиграфический уровень занимает флора нижних слоев гинтеровской свиты бухты Угольной. В верхней туфогенной пачке нижнегинтеровской подсвиты вместе с фауной тригоний и сеноманским *Turrilites costatus* Lam. содержатся остатки *Ginkgoites* с расчлененной пластинкой («*Baiera*») и мелколистных двудольных (Ефимова, Терехова, 1966; Вахрамеев, 1966).

Топтанскую свиту Балыгычан-Сугойского прогиба, залегающую выше омсукчанской, также относят к альбу (Самылина, 1962; и др.). Действительно, здесь есть ряд видов, переходящих из раннемеловых флор. Вместе с тем есть существенные отличия от альбской флоры: появление *Sequoia* ex gr. *reichenbachii* и платаноидных покрытосеменных. По-видимому, топтанская флора открывает позднемеловой этап флорогене-

за на Северо-Востоке и имеет раннесеноманский возраст. В Сахалинско-Японском районе значительных захоронений этого возраста не известно.

Более высокое положение в разрезе занимает аркагалинская флора верховьев Колымы, содержащая, по данным В. А. Самылиной, несколько видов папоротников (*Gleichenites, Hausmannia, Cladophlebis frigida*), *Ginkgoites* с цельной и рассеченной пластинкой, *Sphenobaiera, Czekanowskia, Phoenicopsis,* обычный позднемеловой комплекс хвойных — *Sequoia, Parataxodium, Protophyllocladus, «Thuja» cretacea,* к которым присоединяются *Metasequoia,* разнообразные сосновые *(Picea, Cedrus)* и мелколистные покрытосеменные. Среди последних следует отметить *Trochodendroides, Celastrophyllum, Menispermites.* Платаноидные листья заметной роли не играют. С аркагалинской флорой сопоставляются флора Первомайского угольного месторождения севернее Магадана с *Quereuxia angulata* (Вахрамеев, 1966), а также, по мнению автора, флоры р. Улья возле Охотска (Криштофович, 1937), зоринской свиты Омсукчанского бассейна (Самылина, Филиппова, 1970), вороньинской, коэквуньской и других вулканогенных толщ Чукотки (Вахрамеев, 1966; Филиппова, 1972 а, б). Возраст этих флор остается дискуссионным: одни ученые считают их раннемеловыми (альбскими), другие относят к альбу — сеноману или сеноману. На мой взгляд, ни одна из этих датировок не может быть принята. По составу, палеоэкологическим и тафономическим особенностям аркагалинская флора и ее аналоги на Северо-Востоке СССР соответствуют флорам Асува и Омичидани Японии, а также партизанской флоре Приморья, имеющим туронский возраст. Мне представляется вполне вероятным, что и аркагалинская флора относится к турону. С решением этой корреляционной проблемы связан важный вопрос о развитии мелового наземного вулканизма на Тихоокеанском побережье. Принято думать, что этот процесс был диахронным и на Северо-Востоке начался значительно раньше, чем в Приморье и Японии. В действительности основные этапы геологической истории этих территорий, вероятно, совпадали.

Другую группу образуют те флоры Северо-Востока, где покрытосеменные составляют не менее половины всех видов. Сюда относятся флоры р. Армань (Приохотье), р. Гребенка (бассейн Анадыря), валижгенской и быстринской свит Пенжинской губы, барыковской свиты бухты Угольной, корякской свиты того же района, рарыткинской свиты хребта Рарыткин (Криштофович, 1937, 1958 а, б; Василевская, 1963; Вахрамеев, 1966; Волобуева, Терехова, 1974). Они отчетливо подразделяются на три группы:

1. Платаноидные листья преобладают; сюда относится флора валижгенской свиты, которая по простиранию замещается морскими отложениями коньякского возраста. Независимо от этого коньякский возраст валижгенской флоры подтверждается ее близостью к айнусской флоре Сахалина. К тому же типу флор тяготеет и гребенковская, сеноманско-туронский возраст которой вызывает серьезные сомнения. В отличие от валижгенской флоры, здесь меньше папоротников, но встречен *Cycadites,* возможно того же вида, что и в сеноне Сахалина.

2. Платаноидных листьев нет или они играют второстепенную роль, как в изученной В. А. Вахрамеевым (1966) флоре верхнебыстринской подсвиты с *Nilssonia, Ginkgoites, «Cephalotaxopsis», Trochodendroides, Macclintockia, «Rulac» quercifolium* и др., а также флоре барыковской свиты, содержащей, по данным В. А. Вахрамеева и Н. Д. Василевской, *Onoclea, Ginkgoites, Nilssonia, Pterophyllum validum, Sequoia, «Cephalotaxopsis», Metasequoia, Trochodendroides, Macclintockia, «Rulac», Magnolia* и др. Эти флоры датируются соответственно сантоном и кампаном, что подтверждается сопоставлением с сахалинскими флорами: верхне-

быстринская соответствует гиляцкой, а барыковская — жонкьерской. С ними связана флора р. Армань (Приохотье, севернее Магадана), которую В. А. Самылина считает более древней, чем аркагалинскую, и относит к альбу. Однако состав покрытосеменных (*Trochodendroides, «Rulac» quercifolium, Protophyllum* cf. *ignatianum* и др.) здесь практически такой же, как в сахалинской флоре Мгачей (см. статью Г. Г. Филипповой в настоящем сборнике).

3. Платаноидные листья представлены главным образом *Platanus* и играют заметную роль; основные доминанты — *Metasequoia* и *Trochodendroides;* сюда относится флора верхней части корякской свиты, которую Н. Д. Василевская сопоставляет с бошняковской. Действительно, здесь наряду с обычными для флор конца мела — начала палеогена растениями встречены *Woodwardia* и *Corylites*. Более молодая флора рарыткинской свиты бассейна Анадыря не имеет аналогов на Сахалине и, как указывал А. Н. Криштофович, относится к цагаянскому типу флор. Их сближает доминирующее положение в обоих комплексах *Taxodium olrikii* и *Trochodendroides,* причем последний обнаруживает аналогичную изменчивость полиморфных листьев (формы *«arctica», «richardsonii», «smilacifolia»*) и ассоциирует с одними и теми же соплодиями *Trochodendrocarpus arcticus*. Следует отметить присутствие в обеих флорах характерного для датских отложений Азии и Северной Америки вида *Platanus raynoldsii* Newb. (*Grewiopsis orientalis* Krysht.).

Таким образом, корреляция сенонских и датских флор Охотско-Чукотского и Сахалинско-Японского районов не вызывает существенных разногласий, тогда как стратиграфическая позиция флор аркагалинского типа, а также флор рек Гребенки и Армани остается спорной. Я полагаю, что они значительно моложе, чем принято думать. Некоторую помощь в решении этого вопроса может оказать обзор важнейших позднемеловых флор Аляски и Канады, с которыми обычно сопоставляют флоры Северо-Востока СССР.

АЛЯСКА И КАНАДА

На севере Аляски Ч. Смайли (Smiley, 1969, 1972; и др.) выделил ряд флористических зон. Наиболее древние остатки древесных двудольных появляются в зоне III, датируемой поздним альбом — ранним сеноманом. К раннему сеноману относится и зона IV с плохо сохранившимися платаноидными листьями. Здесь и в более молодых отложениях уже нет цикадофитов (в том числе нилссоний). На поздний сеноман приходится региональный перерыв. Зона V — турон с морской фауной *Scaphites, Inoceramus labiatus* и др. — содержит *Celastrophyllum, Laurophyllum, Quercophyllum* и платаноидные листья. К этой зоне приурочены наиболее поздние находки мезозойского хвойного *Podozamites*. Значительное участие платаноидных листьев указывается для зоны VI (коньяк — кампан с *Inoceramus patootensis, I. steenstrupi* и др.), где появляются также *Parataxodium* и *Trochodendroides*. В зоне VII (поздний кампан — маастрихт) доминируют *Parataxodium, Trochodendroides* и платаноидные листья.

Ряд обстоятельств — предварительный характер определений Ч. Смайли, экологические факторы и выделение нерасчлененного коньяк-кампанского комплекса — затрудняет сопоставление с флорами СССР. Зона IV, вероятно, отвечает топтанской флоре Колымы, а зона V с узколистными покрытосеменными — партизанскому горизонту. Платаноидные листья на севере Аляски встречаются в значительном количестве по всему разрезу. В то же время можно предположить, что в составе зоны VI есть аналоги айнусского горизонта с наиболее высоким содержанием листьев этого морфологического типа. Флора зоны VII

имеет определенное сходство с августовской. Климатический оптимум, по данным Ч. Смайли, приходится на кампанский век, что хорошо согласуется с моими данными по Сахалину. Элиминация цикадофитов в начале сеномана и затем *Podozamites* на границе турона и коньяка, возможно, связана с похолоданием.

Богатые захоронения известны в бассейне Юкона и на побережье зал. Нортон. Здесь развиты мощные морские и паралические угленосные толщи, обычно датируемые альбом — сеноманом. А. Голлик (Hollick, 1930) описал растения из двух угленосных свит — Мелози и Кальтаг, между которыми помещали морские альбские слои Нулато, также содержащие остатки растений. Сейчас установлено (Patton, 1973), что свиты Мелози и Кальтаг находятся на одном стратиграфическом уровне и залегают на разных горизонтах свиты Нулато, содержащей фауну не только альба, но и сеномана (*Turrilites acutus* Passy). Флора Нулато включает *Nilssonia*, разнообразные *Sequoia* и *Parataxodium* (*«Cephalotaxopsis»*), *Platanus*, *Menispermites*, *Viburnum* и др. Во флорах Мелози и Кальтаг обычен *Protophyllocladus*, среди листьев цветковых преобладают платаноидные, *Trochodendroides*, *Macclintockia*, встречаются лавровые, в том числе *Araliaephyllum* (*«Sassafras»*). Среди растений, рассматриваемых обычно как реликты раннемеловой флоры, следует отметить рассеченные листья *Ginkgoites*, *Podozamites* и *Pterophyllum*. Эту флору многие авторы датировали альбом — сеноманом. Сейчас, когда в подстилающих отложениях найдена фауна сеномана, не приходится сомневаться, что флора Мелози-Кальтаг не древнее позднего сеномана. Следует учесть значительные отличия флоры Кальтаг от флоры Нулато, где платаноидных листьев очень мало; характер залегания угленосной толщи (на разных горизонтах Нулато); позднесеноманский перерыв в осадконакоплении на севере Аляски, который вполне мог захватить и бассейн Юкона. Таким образом, не исключено, что угленосная толща моложе сеномана. Флористически она лучше всего сопоставляется с айнусским горизонтом восточной Азии.

На п-ове Аляска известны два сенонских флористических комплекса, описанные А. Голликом из средней и верхней частей свиты Чигник. Платаноидные листья здесь не играют существенной роли. В обоих комплексах обычны *Trochodendroides* и *«Rulac» quercifolium*, но только в верхнем достоверно установлены *Magnolia* и *Lauraceae*. Нетрудно заметить, что нижний комплекс соответствует гиляцкой (сантон), а верхний — жонкьерской (кампан) флорам Сахалина.

В западной Канаде флора Данвеган наиболее близка флоре Кальтаг. В. Белл (Bell, 1963) обстоятельно доказывал, что обе эти флоры имеют не альбский, а более молодой, сеноманский возраст. Сейчас есть основания считать флору Кальтаг постсеноманской. К тому же классическая «сеноманская» флора Раритан в США, на которую главным образом ориентировались А. Голлик и В. Белл, оказалась сенонской (Owens et al., 1970). Поэтому не исключено, что флора Данвеган, где доминируют платаноидные листья, также относится к раннему сенону. В более молодых сенонских флорах Бэд Харт и Милк Ривер этот морфологический тип листьев вообще отсутствует. По соотношению с морскими слоями они датируются соответственно сантоном и кампаном. В бедной видами флоре Бэд Харт впервые появляется Trochodendroides. Во флоре Милк Ривер есть *Saccoloma gardneri* (этот папоротник встречен также в жонкьерской свите Сахалина), магнолии и лавровые. Еще более важную роль теплолюбивые папоротники (*Anemia fremonti Knowlton*, *Saccoloma* и др.) и покрытосеменные (*Geonomites*, *Artocarpus*, *Liriodendron*, *Cinnamomum*, *Laurophyllum*, *Sapindus*) играют в кампанской флоре Нанаймо о-ва Ванкувер. Доминирует здесь *Rhamnites eminens* (Dawson) Bell — эллиптические цельнокрайные листья с капель-

ным острием. Обычны сложные листья типа «Rulac» quercifolium, определяемые В. Беллом как *Cupanites* и *Koelreuteria*.

Среди маастрихтских флор Канады наибольшей известностью пользуется флора Эдмонтон Альберты, насчитывающая 23 вида (Bell, 1949). В нижней части свиты Эдмонтон встречены *Nilssonia serotina, Sequoiites artus, Elatocladus intermedius, Trochodendroides arctica, Dombeyopsis nebrascensis, Vitis stantoni* и др. Последний вид переходит в верхний флороносный горизонт, где появляются *Fraxinus leii* и *Platanus raynoldsii*, широко распространенный в датских отложениях (свита Паскапу Альберты, серия Форт Юнион США, цагаянские отложения Амурской области, рарыткинская свита Анадыря). По данным С. Шриваставы (Srivastava, 1969, 1972; и др.), в верхних слоях свиты Эдмонтон содержится пыльца Wodehousea fimbriata, также характерная для датских отложений. Поэтому верхнюю часть свиты Эдмонтон, вероятно, правильнее датировать датским ярусом и сопоставлять с бошняковской и корякской свитами Тихоокеанского побережья СССР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В свете вышеизложенного отчетливо вырисовывается параллелизм палеосукцессий во всех областях Пацифики. Можно наметить основные этапы флорогенеза, отражающие эволюцию климата и тектогенез (см. таблицу):

сеноман — обеднение растительных сообществ, вероятно, связанное с ухудшением климата; формирование характерного комплекса позднемеловых хвойных *(Sequoia, Parataxodium, Cupressinocladus)*, резко преобладающего над еще немногочисленными покрытосеменными; появление платаноидных листьев (флоры Нулато Юкона, IV зоны Смайли на севере Аляски, топтанская Колымы);

турон — развитие мощного вулканизма вдоль Тихоокеанского побережья Азии, захоронение преимущественно водных *(Quereuxia)* и склоновых (разнообразные хвойные, мелколистные двудольные) растений, еще встречаются *Podozamites* и *Ginkgoites* с рассеченной листовой пластинкой (флоры Асува и Омичидани Японии, партизанская Приморья, аркагалинская Колымы, коэквуньская и воронъинская Чукотки);

коньяк — выравнивание рельефа, экспансия долинных лесов с платаноидными двудольными (айнусская флора Сахалина, валижгенская Камчатки, Камогата Японии, Мелози-Кальтаг Аляски, Данвеган Канады, возможно также флора р. Гребенки бассейна Анадыря);

сантон — сокращение платаноидных лесов в связи с потеплением, распространение *Trochodendroides* типа *T. sachalinensis* (Krysht.) Krysht. (нередко определяемых как *Zizyphus*), появление *Koelreuteria («Rulac») quercifolia* (гиляцкая флора Сахалина, арманская Приохотья (?), верхнебыстринская Камчатки, нижние горизонты с флорой свиты Чигник на п-ве Аляска, Бэд Харт Канады);

кампан — наиболее термофильные сообщества с папоротниками типа *Saccoloma gardneri*, с высоким содержанием двудольных с цельнокрайными листьями магнолиевого типа (жонкьерская флора Сахалина, барыковская бух. Угольной, Изуми Японии, Милк Ривер и Нанаймо Канады);

маастрихт — похолодание, некоторое возрастание роли платаноидных двудольных, распространение хвойных типа *Elatocladus intermedius* (Holl.) Bell, покрытосеменных *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry (флора р. Августовки на Сахалине, Хакобучи в Японии, нижние флороносные слои свиты Эдмонтон в Канаде);

ранний данний — замещение основных сенонских доминантов

Схема корреляции флор Тихоокеанского побережья СССР, Японии, Аляски и Канады

Ярус	Флора		
	Сахалин Приморье	Приохотье Колыма Р. Анадырь	Камчатка Корякский хребет Чукотка
Датский	Соболевская Бошняковская	Рарыткинская	Корякская
Маастрихтский	Августовская		
Кампанский	Жонкьерская		Барыковская
Сантонский	Гиляцкая (Мгачи)	Арманская	Верхнебыстринская
Коньякский	Айнусская (Половинка)	Гребенковская	Валижгенская
Туронский	Партизанская	Аркагалинская Ульинская	Коэквуньская Вороньинская
Сеноманский		Топтанская	

Ярус	Флора		
	Япония	Аляска	Канада
Датский	Оараи		Паскапу Эдмонтон (верхняя)
Маастрихтский	Хакобучи		Эдмонтон (нижняя)
Кампанский	Изуми	Чигник (верхняя)	Нанаймо Милк Ривер
Сантонский	Кудзи	Чигник (нижняя)	Бэд Харт
Коньякский	Камогата	Кальтаг Мелози	Данвеган
Туронский	Омичидани Асува		
Сеноманский		Нулато	

Sequoia и *Protophyllum* палеоценовыми доминантами *Metasequoia* и *Platanus*, распространение двудольных типа Corylites, появление папоротника *Woodwardia* при сохранении таких сенонских реликтов, как *Cladophlebis arctica* и *Nilssonia* (бошняковская флора Сахалина, корякская побережья Анадырского залива, Оараи Японии (?), верхние флороносные слои свиты Эдмонтон Канады);

поздний даний — общее обеднение растительности, исчезновение сенонских реликтов, распространение *Ginkgo spitsbergensis* Manum, *Taxodium olrikii* (Heer) Brown, *Platanus raynoldsii* Newb., обилие полиморфных листьев *Trochodendroides* и связанных с ними плодоношений *Trochodendrocarpus*, появление сообществ, без значительных изменений переходящих в Арктотретичную флору (флора верхних слоев рарыткинской свиты, возможно флора р. Соболевки).

Позднемеловой эпохе, по-видимому, отвечает один крупный климатический цикл, в начале (ранний сеноман) и конце (поздний даний) которого температуры были наиболее низкими. Температурный оптимум приходится на вторую половину эпохи (кампан). Намечается также второстепенное похолодание в начале сенона. Наиболее значительные события позднемеловой эпохи приурочены к концу сеномана — турону. На Аляске им отвечает позднесеноманский перерыв в осадконакоплении, в восточной Азии — повсеместное развитие вулканизма в туроне.

ЛИТЕРАТУРА

Байковская Т. Н. 1956. Верхнемеловые флоры Северной Азии. — «Труды Ботан. ин-та АН СССР, сер. 8. Палеоботаника», вып. 2, с. 49—181.

Василевская Н. Д. 1963. Флористическая характеристика мезозойских и кайнозойских отложений центральной и восточной частей Корякского нагорья. — В кн.: Геология Корякского нагорья. М., Госгортехиздат, 212 с.

Вахрамеев В. А. 1966. Позднемеловые флоры Тихоокеанского побережья СССР, особенности их состава и стратиграфическое положение. — «Изв. АН СССР, сер. геол.», № 3, с. 76—87.

Вахрамеев В. А., Добрускина И. А., Заклинская Е. Д., Мейен С. В. 1970. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени. М., «Наука», 426 с.

Волобуева В. И., Терехова Г. П. 1974. К стратиграфии сенонских отложений хребта Рарыткин. — «Колыма», № 2, с. 43—45.

Ефимова А. Ф., Терехова Г. П. 1966. О возрасте гинтеровской свиты в бухте Угольной. — В кн.: Материалы по геол. и полезн. ископаемым Северо-Востока СССР, № 19, с. 63—76.

Ильинская И. А. 1962. О сменах флор в Зайсанской впадине с конца верхнего мела до конца миоцена. — «Докл. АН СССР», т. 146, № 6, с. 1408—1411.

Красилов В. А. 1967. Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М., «Наука», 364 с.

Красилов В. А. 1971. О книге В. А. Вахрамеева, И. А. Добрускиной, Е. Д. Заклинской и С. В. Мейена «Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени».—«Палеонтол. ж.», № 3, с. 127—129.

Красилов В. А. 1973. Новые данные по флоре и фитостратиграфии верхнего мела Сахалина. — В кн.: Ископаемые флоры и фитостратиграфия Дальнего Востока. Владивосток, с. 52—77.

Красилов В. А. (Krassilov V. A.). 1973. Cuticular structure of Cretaceous angiosperms from the Far East of the USSR. Palaeontographica, Bd 142 B, p. 105—116.

Криштофович А. Н. 1937. О меловой флоре Охотского побережья и северной Камчатки. — В кн.: Материалы по изучению Охотско-Колымского края, сер. 1, вып. 5, с. 67—96.

Криштофович А. Н. 1939. Новые находки ископаемых флор на Дальнем Востоке как вехи стратиграфии. — В кн.: Академику В. А. Обручеву к 50-летию научной и педагогической деятельности. М-Л. Изд-во АН СССР, с. 217—313.

Криштофович А. Н. 1958а. Меловая флора бассейна р. Анадыря. — «Труды Ботан. ин-та АН СССР, сер. 8, Палеоботаника», вып. 3, с. 8—70.

Криштофович А. Н. 1958б. Ископаемые флоры Пенжинской губы, оз. Тастах и хр. Рарыткин. — «Труды Ботан. ин-та АН СССР, сер. 8, Палеоботаника», вып. 3, с. 73—121.

Самсонов С. К. 1967. К вопросу о флоре аридного пояса верхнемеловой эпохи. — В кн.: Мезозой нефтегазоносных областей Средней Азии. М., «Наука», с. 93—121.

Самылина В. А. 1962. О меловой флоре Аркагалинского угленосного бассейна. — «Докл. АН СССР», т. 147, № 5, с. 1157—1159.

Самылина В. А. 1974. Развитие раннемеловой флоры и становление флоры кайнофита на Северо-Востоке СССР (автореф. докт. дис.), Л.

Самылина В. А., Филиппова Г. Г. 1970. Новые меловые папоротники Северо-Востока СССР. — «Палеонтол. ж.», № 2, с. 90—97.

Филиппова Г. Г. 1972а. Новые меловые растения из бассейна р. Паляваам. — «Колыма», № 2, с. 36—43.

Филиппова Г. Г. 1972б. Меловые растения из бассейнов рек Паляваам и Яблон. — «Колыма», № 2, с. 43—46.

Bell W. A. 1949. Uppermost Cretaceous and Paleocene floras of western Alberta. Can. Dept. Min. and Res. Geol. Surv. Bull., 13, 93 p.

Bell W. A. 1957. Flora of the Upper Cretaceous Nanaimo Group of Vancouver Island, British Columbia. Geol. Surv. Can. Mem. 293, 84 p.

Bell W. A. 1963. Upper Cretaceous floras of the Dunvegan, Bad Heart, and Milk River Formations of western Canada. Geol. Surv. Can. Bull., 94, 76 p.
Cranwell L. M. 1964. Antarctica: cradle or grave for its Nothofagus? In: Ancient Pacific Floras. Univ. of Hawaii Press, p. 87-94.
Endo S. 1925. Nilssonia-bed of Hokkaido and its flora. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., ser. 2, 7, p. 57-72.
Hollick A. 1930. The Upper Cretaceous floras of Alaska. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 159, p. 1-116.
Gothan W. 1908. Die fossilen Hölzer von der Seymour — und Snow Hill — Insel. Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar Exped. 1901—1903, Bd 3. N0 8, p. 1-33.
Matsuo H. 1962. A study on the Asuwa flora (Late Cretaceous age) in the Hokuriku, Central Japan. Sci. Rep. Kanazawa Univ., 8, p. 177-250.
Matsuo H. 1970. On the Omichidani flora (Upper Cretaceous) inner side of Central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., 80, p. 371-389.
Mildenhall D. C. 1972. Fossil plants from Broken River (Trelissick or Castle Hill Basin), Canterbury. N. Z. Jour. Geol. Geophys., 15 (1), p. 192-194.
Owens J. P., Minard J. P., Sohl N. F. 1970. Stratigraphy of the outcropping post-Magothy Upper Cretaceous Formations in southern New Jersey and northern Delmarva Peninsula, Delaware and Maryland. Geol. Surv. Prof. Paper, v. 674, 60 p.
Patton W. Ir. 1973. Reconnaissance geology of the northern Yukon-Kogukuk Province, Alaska. Geol. Surv. Prof. Paper, 774-A, p. 1-17.
Rouse G. E., Hopkins W. S., Piel K. M. 1969. Palynology of some Late Cretaceous and early Tertiary deposits in British Columbia and adjacent area. Geol. Soc. Special Paper, 127, p. 213-246.
Smiley Ch. J. 1969. Cretaceous floras of Chandler-Colville region, Alaska: stratigraphy and preliminary floristics. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 53 (3), p. 482-502.
Smiley Ch. J. 1972. Plant megafossil sequence. North Slope Cretaceous. Geosci. and Man, 4, p. 91-99.
Srivastava S. K. 1969. Pollen genus Wodehousea and its stratigraphic significance in the Edmonton (Maestrichtian), Alberta, Canada. Can. Jour. Earth Sci., 6, p. 1307-1311.
Srivastava S. K. 1972. Systematic description of some spores from the Edmonton Formation (Maastrichtian), Alberta, Canada. Palaeontographica, Bd 139, Abt. B, N 1—4, p. 1-46.
Stanley E. A. 1970. The stratigraphical, biogeographical, paleoautecological and evolutionary significance of the fossil pollen group Triprojectacites. Bull. Georgia Acad. Sci., 28, p. 1-44.

EVOLUTION OF THE LATE CRETACEOUS VEGETATION OF THE WESTERN PACIFIC COAST IN RESPONSE TO THE CLIMATIC CHANGES AND TECTONIC EVENTS

V. A. Krassilov

Institute of Biology and Pedology, Vladivostok

Summary

The Late Cretaceous floras of the western Pacific coast are referred to three climatic zones: warm-temperate (Primorye, Japan, Sakhalin), temperate (Kolyma, Anadyr, Kamchatka) and boreal (Chukotsk) which are traced also in the North America. The stratigraphic correlation is based on the parallelism of floristic successions in these zones. The beginning of the Cenomanian time is marked by the appearance of characteristic Late Cretaceous conifer assemblages with a few platanoid leaves. The Turonian assemblages comprising various conifers and mostly small-leaved angiosperms were formed under conditions of high orogenic and volcanic activity. The platanoid angiosperms reached their optimal development in the Coniacian time. They decreased in the Santonian. The proportion of entire-margined leaves increased in the Campanian which is the time of climatic optimum. The cooling trend commenced in Maastrichtian time and had rather steep gradient at the Maastrichtian-Danian transition. The most important tectonic event in the Pacific realm occurred in the Late Cenomanian-Turonian time.