

РАЗВИТИЕ ФЛОРЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА
И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ
СЕРЕДИНЫ МЕЛОВОГО ПЕРИОДА

В. А. Красилов, С. И. Неволина, Г. Г. Филиппова

Биолого-почвенный институт ДВНЦ АН СССР, Владивосток, Приморское территори-
альное геологическое управление, Владивосток,
Северо-Восточное территориальное геологическое управление, Магадан

Обзор меловых флор и флоростратиграфии Дальнего Востока содержится в работах одного из авторов настоящей статьи [Красилов, 1975, 1979]. Здесь мы более подробно рассматриваем средне меловой промежуток (альбский — коньякский века) с учетом новых данных и задач эволюционного и стратиграфического плана.

В середине мелового периода происходит изменение растительности. Резко возрастают темпы эволюции, особенно цветковых растений. С их развитием, возможно, связан скачок в эволюции насекомых (биоценотический кризис середины мелового периода, по В. В. Жерихину [1979]). Резкое увеличение содержания углеводов в осадочных толщах также иногда связывают с появлением новых типов наземной растительности. Согласно другим гипотезам, небывалый размах нефтеобразующих процессов в середине мела объясняется особенностями климатической обстановки. В любом случае детальное исследование смены растительности может пролить свет на многие неясные моменты средне меловой истории.

Мы не излагаем здесь истории флоростратиграфических исследований на Дальнем Востоке, так как она достаточно полно освещена в других работах. Ограничимся лишь некоторыми предварительными замечаниями. Многие вопросы стратиграфии континентальных толщ вызывают трудноразрешимые разногласия. Нам представляется, что для преодоления разногласий следует в первую очередь избавиться от, к сожалению, часто повторяющихся ошибок, которые заключаются в следующем.

1. Игнорирование особенностей развития дальневосточной флоры. Когда в начале XX века А. Н. Криштофович открыл раннесенонскую флору Сахалина, он отнес ее к альбу. Впоследствии стало очевидным, что флоростратиграфия Дальнего Востока нуждается в своих реперах, и разрабатывать ее, ориентируясь на флоры западного Казахстана или атлантического побережья США, — дело безнадежное. Тем не менее некоторые исследователи все еще опираются на весьма удаленные реперы и допускают ошибки (в частности, смешение альбских и поздне меловых флор), простительные в 20-х, но не в 80-х годах.

2. Преувеличение стратиграфического значения реликтовых растений. Нередко можно встретить утверждение, что древние группы растений — беннеттиты, чекановские, кейтониевые — вымерли на рубе-

же раннего и позднего мела. В действительности ни одна из древних групп на этом рубеже не вымерла полностью, но значение некоторых из них понизилось. На Дальнем Востоке беннеттиты и чекановские еще довольно обычны в позднем мелу [Kimura, Ohana, 1978], хотя встречаются далеко не во всех местонахождениях.

3. Преувеличение точности геохронологических датировок. Например, выделение в континентальных отложениях ранне-, средне- и позднеальбских флористических комплексов может произвести на неподготовленного читателя впечатление большой точности и детальности флостратиграфических построений, не соответствующее действительности. Даже реперные флоры из отложений с морской фауной редко удается датировать с такой точностью. Далее мы уделим основное внимание реперным флорам.

АЛЬБ

Опорной для альба может служить флора френцевской и галенковской свит Приморья [Красилов, 1967]. В Партизанском и Раздольненском бассейнах угленосные толщи имеют барремский — аптский возраст. В верхней части угленосного разреза Партизанского бассейна появляются остатки морских моллюсков, указывающие на эпизодическое затопление торфяников, и, наконец, угленакопление прерывается кратковременной морской трансгрессией, оставившей тридцатиметровые «тригониевые слои» [Коновалов, 1964]. Эти слои, главным образом песчаники, содержат остатки папоротника *Onychiopsis* и хвойного *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil. Над ними залегают песчаники и алевролиты с маломощными углями и флорой. В естественных обнажениях и буровых скважинах, вскрывших эту пачку, встречены *Dicksonia concinna* Heer, *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb) Ward, *Polypodites polysorus* Pryn., *Cladophlebis frigida* (Heer) Sew., *C. novopokrovskii* Pryn., *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *Athrotaxopsis expansa* Font., *Paracmopyle florinii* Krassil., «*Aralia*» *lucifera* Kryshht., *Cissites prodromus* Kryshht. Два последних вида относятся к покрытосемянным. Над слоями с флорой залегают конгломератовая пачка.

На восточном побережье Уссурийского залива (западная окраина Партизанского бассейна) надугленосные песчаники, отвечающие тригониевым слоям, содержат *Ruffordia goeppertii* (Dunk.) Sew., *Coniopteris* sp., *Vorgalopteris rossica* Pryn., *Cladophlebis novopokrovskii* Pryn., *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *E. ex gr. curvifolia* (Dunk.) Nath., *Athrotaxopsis expansa* Font. В вышележащих песчаниках и черных алевролитах под конгломератовой пачкой встречены *Pelletieria ussuriensis* (Pryn.) Krassil., *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb) Ward, *Cladophlebis novopokrovskii* Pryn., *Pseudocycas* cf. *dicksonii* (Heer) Nath., *Taeniopteris* sp., *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *E. ex gr. curvifolia* (Dunk.) Nath., *Athrotaxopsis expansa* Font., *Brachyphyllum ex gr. obesum* Heer, *Elatocladus obtusifolius* Oishi, *Araliaephyllum* («*Sassafras*») *ussuriense* Krassil., *Sapindopsis* cf. *angusta* (Heer) Sew. et Conw., *Artocarpidium* sp. Последние три вида относятся к покрытосемянным.

Надугленосные слои выходят и на п-ове Муравьева-Амурского, где в них увеличивается содержание грубообломочного материала. В нижней пачке собраны *Equisetites* sp., *Dicksonia concinna* Heer, *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb) Ward, *Adiantopteris sewardii* (Yabe) Vassil., *Cladophlebis* sp., *Nilssonia ex gr. brongniartii* (Mant.) Dunk., *Ginkgoites pluripartitus* (Schimp.), *Podozamites* sp., *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *E. curvifolia* (Dunk.) Nath., *Athrotaxopsis expansa* Font., *Pityospermum prynadae* Krassil., *Elatocladus brevifolius* (Font.) Bell, *E. obtusifolius* Oishi, *Brachyphyllum* sp., *Hydropterangium* sp.

Эти местонахождения служат связующим звеном между флорами Партизанского и Раздольненского бассейнов. Флороносные слои прослеживаются от северной части п-ова Муравьева-Амурского к с. Занаворонка и отсюда к северу, вдоль долины р. Раздольной. Крупные местонахождения известны в районе с. Нежино, возле г. Уссурийска, по рекам Крестьянка и Синиловка, в с. Константиновка. Нижняя надуглепосная пачка, соответствующая тригониевым слоям, содержит (сводный список по ряду местонахождений): *Ruffordia goeppertii* (Dunk.) Sew., *Dicksonia concinna* Heer, *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb) Ward, *Adiantopteris grossidentata* (Pryn.) Krassil., *Acrostichopteris pluripartita* (Font.) Berry, *Teihardia tenella* (Pryn.) Krassil.; *Cladophlebis frigida* (Heer) Sew., *Sagenopteris* sp., *Neozamites denticulatus* (Kryshf. et Pryn.) Vachr., *Dictyozamites cordatus* (Kryshf.) Pryn., *Pterophyllum sutschanense* Pryn., *P. pterophylloides* (Pryn.) Krassil., *Ptilophyllum* sp., *Cycadites* cf. *sulcatus* Kryshf. et Pryn., *Nilssonia densinervis* (Font.) Bergy, *N. ex gr. brongniartii* (Mant.) Dunk., *Ginkgoites pluripartitus* (Schimp.), *Baiera manchurica* Yabe et Oishi, *Sphenobaiera* sp., *Podozamites tenuinervis* Heer, *Elatides asiatica* (Yok.) Krassil., *Athrotaxopsis expansa* Font.

С надтригониевой пачкой Партизанского бассейна можно сопоставить слои с покрытосеянными с. Константиновка. Здесь встречены те же папоротники и цикадофиты, что и в других галенковских местонахождениях, но к ним прибавляются *Sphenozamites* sp., *Suifunophyllum dichotomum* Krassil., *Laurophyllum* sp., «*Cercidiphyllum*» *suifunense* Krassil., *Dicotylophyllum* sp.

В целом альбская флора Приморья насчитывает 47 видов, в том числе 14 видов споровых, 11 цикадофитов, 3 гинкговых, 9 хвойных, 8 покрытосемянных и 2 неясного систематического положения. Число видов сокращается по сравнению с аптом (101 вид) более чем в 2 раза. Хотя на эти цифры могли повлиять тафономические факторы, в основном они отражают реальное сокращение разнообразия. Значительные изменения произошли и в отдельных группах. Среди папоротников сокращение разнообразия произошло за счет теплолюбивых глейхениевых и матониевых. Листья беннеттитовых стали относительно редкими. В местонахождениях Партизанского бассейна, п-ова Муравьева-Амурского, рек Крестьянка и Синиловка их нет совсем. Изменился и состав беннеттитов: на смену обильным в апте *Zamites* приходят сибирские *Neozamites* и *Pterophyllum pterophylloides*. Хвойные доминируют во всех местонахождениях, но и среди них мы уже не находим *Podocarpus*, *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Athrotaxites* — родов, связанных с цикадофитово-хвойным «чапарралем». Остатки цветковых очень редки, и хотя их разнообразие уже было довольно значительным, они еще не играли заметной роли в растительных сообществах.

Флороносные слои можно, как мы видели, разделить на две группы. Нижняя, соответствующая тригониевым слоям, обычно не имеет покрытосемянных, тогда как в верхней (надтригониевые слои) они уже встречаются в большинстве местонахождений. Эти толщи, по-видимому, относятся к нижней и верхней частям альба. Выше френцевской и галенковской свит согласно залегает коркинская серия — красноцветная молласа, имеющая, по палинологическим данным, позднеальбский (верхняя зона альба) — раннесеноманский возраст (см. статью В. С. Маркевич в настоящем сборнике). Макроостатки растений здесь очень редки. В разное время были определены *Onychiopsis*, *Otozamites*, *Nilssonia* и *Ginkgoites*. Из бассейна р. Арсеньевка С. И. Неволина определила *Anemia dicksoniana* (Heer) Krassil., *Cladophlebis frigida* (Heer) Sew., *Sequoia faszigiata* Heer, *Platanus* sp.

Таким образом, *Sequoia* и платановидные листья появляются толь-

ко в самом конце альба или начале сеномана. Для большей части альба они не характерны.

Несмотря на ряд местных особенностей, описанная выше последовательность альбских флор отражает общие закономерности эволюции растительного мира. В надежно датированных раннеальбских флорах покрытосемянные крайне редки. Они не встречены в нижнем альбе Канады [Hopkins, Sweet, 1976], Аляски [Smiley, 1969], Средней Азии [Самсонов, 1970] и Австралии [Mildenhall, 1977]. В среднем альбе на всех этих территориях более или менее постоянно встречаются немногочисленные остатки (листья, пыльца) цветковых, но даже в верхнеальбской зоне *Neogastropilites* они еще играют незначительную роль [Anap-Yorke, Stelck, 1978]. Исключение, по-видимому, составляют лишь флоры Казахстана и Забайкалья — районов, близких к первичным центрам дифференциации цветковых

В Японии флора Тетори включает несколько флористических горизонтов в возрастном диапазоне от берриаса до апта. Лучше всего изучены флора Огуси, или Кага (ранний неоком), но в последние годы благодаря работам Т. Кимуры [Kimura, 1975, 1976] значительно пополнились сведения о флорах Акаива (поздний неоком) и Тамодани (апт).

Аптские местонахождения обнаружены и во внешней зоне Японских островов. Недавно здесь открыта альбская флора Яагусиро, по составу мало отличающаяся от аптских. Она включает *Lycopodites* sp., «*Gleichenites*» *sachalinensis* Krysht., *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yok., *Sphenopteris goepfertii* Dunk., несколько видов *Cladophlebis*, *Sagenopteris inequilateralis* Oishi, *Ptilophyllum* sp., *Zamiopteris buchianum* (Ett.) Nath, *Nilssonia* ex gr. *orientalis* Heer, *N.* ex gr. *schaumburgensis* (Dunk.) Nath. Свита Яагусиро несогласно залегает на морском апте (свита Хинагу) с аммонитами. Слой с флорой приурочены к нижней и верхней пачкам, тогда как средняя часть содержит богатую морскую фауну, в том числе альбских аммонитов. Выше несогласно залегает сеноман-туронская свита Томоси. Основной флороносный слой, по описанию Т. Кимуры, залегает ниже морских слоев и, следовательно, относится к нижней части альба. Эта раннеальбская флора совсем не содержит покрытосемянных.

На Северо-Востоке СССР к альбу относится буор-кемюсская флора. Кроме основных местонахождений по р. Зырянка, она известна из слоев, залегающих на морском апте с ауцеллинами в Умковеевской впадине [Паракецов, Паракецова, 1973]. В буор-кемюсской флоре наиболее разнообразны папоротники, *Copiopteris* («*Birisia*») играет здесь большую роль, чем в альбе Приморья. Ей сопутствуют *Arctopteris* и *Anemia* («*Asplenium*») *dicksoniana*. На втором месте по численности стоят *Nilssonia* и беннеттитовые, представленные родами *Neozamites* и *Nilssoniopteris*. Среди хвойных наряду с *Podozamites* и *Pityophyllum* встречены *Parataxodium* и *Sequoia*. Покрытосемянные очень редки, представлены исключительно мелколистными формами. Встречающееся в литературе определение возраста буор-кемюсской флоры как раннеальбского лишено оснований. Скорее ее можно сопоставить с приморскими флорами верхней части альба (см. выше).

СЕНОМАН

Фитостратиграфическим репером для сеномана может служить гребенкинская флора. Она происходит из кривореченской свиты правобережья р. Анадырь (Марковская впадина). Кривореченская свита мощностью 1400—1600 м делится на нижнюю конгломератовую и верхнюю песчано-конгломератовую подсвиты. Гребенкинская флора из ряда местонахождений по рекам Гребенка, Чукотская и Быстрая насчи-

тывает 70 видов [Филиппова, 1978]. Вместе с растениями и выше флороносных слоев найдены иноцерамы верхнесеноманской зоны *Iposceramus nipponicus* (Nagao et Mat.).

В гребенкинской флоре наиболее разнообразны папоротники и хвойные.

Среди папоротников широко распространены *Gleichenites zippei* (Corda) Sew., *G. porsildii* Sew., *Coniopteris grebencaensis* Philipp., *Cladophlebis jeliseevii* Krysht., *Cladophlebis* sp. Из циклофитов чаще всего встречается *Nilssonia*, представленная тремя видами — *N. serotina* Heer, *N. alaskana* Holl. и *N. yukonensis* Holl. Остатки *Taeniopteris* малочисленны. Из гинкговых разнообразен род *Ginkgoites* с тремя видами — *G. ex gr. huttonii* (Sternb.) Sew., *G. ex gr. lepidus* (Heer) Florin, *G. ex gr. adiantoides* (Ung.) Sew. Фрагменты листьев *Sphenobaiera biloba* Ргун. обнаружены в нескольких захоронениях. Листья с параллельными жилками могут принадлежать *Phoenicopsis*.

Хвойные встречаются по всему разрезу. Они представлены как древними *Podozamites lanceolatus* (L. et H.) Braun, *Florinia borealis* Sveshn. et Budants., *Athrotaxopsis grandis* Font., так и геологически молодыми видами — *Araucarites anadyrensis* Krysht., *Sequoia reichenbachii* (Gein.) Heer, *S. fastigiata* (Sternb.) Heer, *Cupressinocladus cretaceus* (Heer) Sew., *Elatocladus intermedius* (Holl.) Bell, *E. smittianus* (Heer) Sew., *E. gracillimus* (Holl.) Sveshn.

Из покрытосемянных наиболее обычны *Menispermities septentrionalis* Holl. и *Viburnum anadyrensis* Krysht. Платановидные листья представлены *Platanus embicola* Vachr., *Credneria inordinata* Holl., *Protophyllum* sp. Многочисленны листочки бобовых *Leguminosites* sp., *Dalbergites* sp. Вместе с ними встречены *Magnoliaephyllum alternans* (Heer), *Lindera jarmolenkoi* Imchan., *Celastrophyllum latifolium* Font., *Araliaephyllum dentatum* Philipp., *Hollickia quercifolia* (Holl.), *Sapindopsis* sp. и др. Состав флоры по разрезу кривореченской свиты существенно не изменяется.

Флора из средней туфогенной пачки гинтеровской свиты бухты Угольной одновозрастна гребенкинской: она встречена вместе с *Turritelites costatus* Lam. и ниже слоев с *Iposceramus nipponicus* (Nagao et Mat.). А. Ф. Ефимова определила отсюда *Baiera* cf. *gracilis* (Bean) Bunb., *Araliaephyllum polevoi* (Krysht.), *Dalbergites elegans* Efim., *Hedera* cf. *curva* Holl. [Паракецов и др., 1974]. Гребенкинской флоре близка арманская, происходящая из стратотипического разреза одноименной свиты по р. Армань в Северном Приохотье [Филиппова, 1978]. Состав доминирующих видов папоротников практически совпадает. В обеих флорах есть *Nilssonia*, *Taeniopteris*, *Sagenopteris* и *Ginkgoites* с цельными и узколопастными листьями. Из 20 видов хвойных 15 общие. *Elatocladus intermedius*, *E. heterophyllum*, *Sequoia reichenbachii*, *S. fastigiata* наиболее многочисленны и в арманской, и в кривореченской свитах. Назовем также общие виды *Cupressinocladus cretaceus*, *Elatocladus smittianus*, *E. gracillimus* и *Athrotaxopsis grandis*.

Из 25 видов покрытосемянных, установленных в арманской и кривореченской свитах, 18 общие. *Platanus*, *Credneria*, *Protophyllum* в отложениях арманской свиты встречаются часто, хотя и не столь многочисленны, как в кривореченской свите. На уровне видов их сравнить невозможно из-за плохой сохранности арманских листьев. В обеих флорах широко представлены бобовые *Leguminosites* и *Dalbergites*. Общими являются *Hollickia quercifolia*, *Celastrophyllum latifolium*, *Araliaephyllum dentatum*, а также *Menispermities*, *Viburnum*, *Cissites* и другие роды.

Большое сходство систематического состава основных групп растений гребенкинского и арманского комплексов свидетельствует об их

одновозрастности. На Аляске им соответствует флора Нулато [Hollick, 1930].

Топтанская флора бассейна р. Колыма содержит ряд общих видов с гребенкинской (*Birisia jelisejevii*, *Anemia dicksoniana*, *Athrotaxopsis grandis*, *Sequoia* spp.). Среди покрытосемянных встречены *Platanus*, *Saripindopsis* и *Celastrophyllum*. В то же время в топтанскую флору переходят некоторые виды более древнего буор-кемюсского комплекса. Мы полагаем, что эта флора имеет раннесеноманский возраст.

В Приморье гребенкинской флоре, по-видимому, соответствует флора петрозуевского горизонта, изученная С. И. Невוליной. К этому горизонту относят туфоконгломераты, туфопесчаники и алевролиты, порфириды, кварцевые порфиры и их туфы, развитые в бассейнах рек Аввакумовка, Рудная, Лидовка, Черемуховая и севернее в Тернейском районе. В бассейне р. Черемуховой вулканогенные породы петрозуевского горизонта мощностью 200 м залегают несогласно на морском альбе с *Inoceramus concentricus* Park. и содержат *Brachyphyllum* cf. *crassicaule* Font., *Sequoia* sp. (шишечные чешуи), *Cyprarissidium* sp., остатки насекомых и *Prolepidurus*.

Более богатые местонахождения известны на мысе Страшном (северное побережье бух. Тихой) и по рекам Правая Приточная и Красная Речка. Первое из них содержит разнообразные папоротники — *Cladophlebis frigida* (Heer) Sew., *C. jeliseevii* Krysht., *Sphenopteris* cf. *opikilonica* Krysht., *Woodwardia* sp. и хвойные *Sequoia reichenbachii* (Gein.) Heer, *S. fastigiata* (Sternb.) Heer, *Elatocladus gracillimus* (Holl.) Sveshn., *E. anadyrensis* (Krysht.), *Cupressinocladus* sp., *Brachyphyllum* cf. *crassicaule* Font. Покрытосемянные представлены только обрывками *Platanus* sp. и *Viburniphyllum* sp. В местонахождениях по р. Правой Приточной листьев покрытосемянных не найдено. Заметную роль играют реликтовые *Ginkgoites* ex gr. *lepidus*, *Baiera* cf. *gracilis*, *Phoenicopsis* sp., *Podozamites* ex gr. *lanceolatus*. Остатки папоротников (*Anemia dicksoniana*) и хвойных (*Sequoia reichenbachii*, *Elatocladus gracillimus*) здесь немногочисленны. Иные количественные соотношения установлены в местонахождении Красная Речка. Здесь наряду с *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb) Ward, *Anemia dicksoniana* (Heer) Krassil., *Elatocladus* sp. встречен переходящий из нижнего мела беннеттит *Dictyozamites*, а также довольно многочисленные листья покрытосемянных *Platanus* cf. *cuneifolia* (Bronn) Vachr., *Araliaephyllum* и др.

Несколько особняком стоит сабуинская флора из песчано-алевролитовой толщи мощностью 300 м в бассейне р. Самарга. Из средней и верхней частей разреза С. И. Неволлина определила *Equisetum* sp., *Cladophlebis frigida* Heer, *Gleichenites* sp., *Onychiopsis psilotoides* (Stokes et Webb.) Ward, *Anemia dicksoniana* (Heer) Krassil., *Elatocladus* («*Cephalotaxopsis*») sp., *Magnoliaephyllum* sp., *Laurophyllum* sp., *Daphnogene* sp., *Platanus cuneifolia* (Bronn.) Vachr., *P. embicola* Vachr., *P. olejnicovii* sp. nov., *Credneria* cf. *dentata* Vachr., *Pseudoprotophyllum* sp., *Cornus* ? *issimensis* sp. nov., *Cissites vachrameevii* sp. nov., *Cissites* sp., *Viburniphyllum* cf. *montanum* (Knowlt.), *V. sabiense* sp. nov., *Araliaephyllum saportanum* Lesq., *A. cf. polevoii* (Krysht.) Krassil., *A. samargense* sp. nov., *Rhamnites* cf. *eminens* (Dawson), *Dicotylophyllum* cf. *argillaceum* Velen.

Эта флора бедна хвойными, тогда как покрытосемянные в ней более разнообразны, чем в других сеноманских флорах. С. И. Неволлина склонна датировать сабуинскую флору сеноманом, хотя не исключена возможность ее более молодого возраста. Сабуинский тафоценоз, по-видимому, аллохтонный. Растения, сохранившиеся в русловых фациях, испытали длительную транспортировку. Этим, возможно, объясняется преобладание кожистых платановидных листьев.

ТУРОН

В качестве фитостратиграфического репера для турона мы предлагаем волчинскую флору бассейна р. Анадырь, так как ее возраст подтвержден морской фауной. Флора происходит из волчинской свиты, развитой в бассейне р. Убиенка (левобережье Анадыря) и сложенной зеленовато-серыми туфоконгломератами, туфогравелитами, светло-серыми песчаниками, псаммитовыми туффитами, туфами андезитов и андезитодацитов с подчиненными им прослоями туфоалевролитов и глинистых алевролитов. Общая мощность свиты 1000—1200 м. Морские моллюски представлены *Inoceramus* ex gr. *hobetsensis* Nagao et Mat., *Parallelodon* cf. *sachalinensis* Schmidt, *Scaphites* (*Otoscaphtes*) *teshioensis* (Yabe), *S.* (*Otoscaphtes*) *aff. planus* (Yabe), *Polyptychoceras* sp. и др. Вместе с ними обнаружены отпечатки листьев *Cladophlebis jeliseevii* Krysh., *Arctopteris* sp., *Anemia dicksoniana* (Heer) Krassil., *Sphenopteris* sp., *Ginkgoites* ex gr. *adiantoides* (Ung.) Sew., *Desmiophyllum* sp., *Elatocladus intermedius* (Holl.) Bell., *E. heterophyllus* (Holl.), *Sequoia reichenbachii* (Gein.) Heer, *S. ambigua* Heer, *S. fastigiata* (Sternb.) Heer, *Metasequoia* sp., *Glyptostrobus* sp., *Elatocladus smittianus* (Heer) Sew., *Araucarites anadyrensis* Krysh., *Cupressinocladus cretaceus* (Heer) Sew., *Protophyllocladus* sp., *Pseudolarix* sp., *Menispermites septentrionalis* Holl., *Platanus* sp., *Protophyllum* cf. *schmidtianum* (Heer) Krassil., *Credneria* sp., *Zizyphus* sp.

Волчинская флора отличается от гребенкинской в первую очередь появлением таких хвойных, как *Protophyllocladus*, *Metasequoia*, *Glyptostrobus* и *Pseudolarix*. Такие виды, как *Protophyllum schmidtianum*, характерны для сенонской флоры Сахалина. В то же время линейные листья *Desmiophyllum* из волчинского комплекса могут принадлежать древнему роду *Phoenicopsis*.

В Северном Приохотье к турону, по-видимому, относится флора ольской свиты, развитой в междуречье Армани и Олы, залегающей выше арманской и сложенной туфами липаритов, игнимбритами, трахитами с прослоями алевролитов и туфопесчаников. Ольская флора включает папоротники *Osmunda*, *Hausmannia*, *Cladophlebis*, гинкговые, *Phoenicopsis*, разнообразные хвойные, среди которых преобладают *Araucarites*, *Sequoia* и *Elatocladus*, но встречены также *Parataxodium*, *Metasequoia* и *Glyptostrobus*. Покрытосемянных относительно мало: в основном это листья *Trochodendroides* и *Quegexia*, впервые появляющихся в заметном количестве на данном стратиграфическом уровне.

Таким образом, мы считаем характерным для туронских флор сочетание растений, переходящих из раннего мела (в том числе чекановских), с типичным позднемеловым набором хвойных, впервые появившимися *Protophyllocladus*, *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, а также заметное участие *Trochodendroides* и *Quegexia*. Эти признаки свойственны амкинской флоре Западного Приохотья, аркагалинской Колымы, чунской Чукотки.

В Приморье к турону относят вулканогенно-осадочные отложения — преимущественно туфопесчаники, туфоалевролиты, агломератовые туфы, липариты, дациты, игнимбиты — арзамазовского горизонта. Флору из этих отложений нередко именуют партизанской, так как она была впервые описана А. Н. Криштофовичем из обнажения туффитов в кл. Партизанском, левом притоке р. Рудной. А. Н. Криштофович установил пять видов папоротников, *Elatocladus gracillimus* (Holl.) Sveshn., *Viburniphyllum tiutihenense* (Krysh.) и обрывки листьев других покрытосемянных. В бассейне р. Рудной (Дальнегорский район) известно еще около десяти местонахождений, изученных А. Н. Криштофовичем, М. О. Борсуком, Б. М. Штемпелем и С. И. Невольной. За последние 15 лет местонахождения арзамазовского горизонта были открыты в Терней-

ском районе, на севере Приморья по р. Топографической, в бассейне р. Чугуевка и на западе, возле г. Арсеньева (достоевская свита). Сводный список, по данным С. И. Невониной, насчитывает 82 вида, однако мы не приводим его полностью, так как некоторые определения еще нуждаются в уточнении. На долю папоротников и голосемянных приходится около $\frac{2}{3}$ видов. Среди папоротников доминируют *Osmunda*, *Anemia*, *Gleichenia*, *Cladophlebis septentrionalis* Holl., *C. frigida* (Heer) Sew., *C. jeliseevii* Krysht. Цикадофиты представлены *Pterophyllum* и *Nilssonia*, гинкговые — *Ginkgoites* ex gr. *lepidus* (Heer) Florin, *G. ex gr. adiantoides* (Unger) Sew., *Baiera praespinata* Holl. Хвойные включают обычные поздне меловые *Sequoia*, *Cupressinocladus*, *Elatocladus* («*Cephalotaxopsis*»), которым сопутствуют *Raznotomeria*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Protophyllocladus*, довольно разнообразные *Pinaceae*. Среди покрытосемянных наиболее обычны *Magnoliaephyllum* sp., *Trochodendroides sachalinensis* (Krysht.) Krysht., *Platanus cuneifolia* (Bonn.) Vachr., *Corylites jeliseevii* (Krysht.), *Cissites kryshtofovichianus* Baik., *Viburniphyllum lesquireuxii* (Ward), *V. tiutichoense* (Krysht.), *Quereuxia angulata* (Newb.) Krysht.

КОНЬЯК

Реперной для коньякского века может служить айнусская флора нижней части арковской свиты Сахалина, недавно описанная в монографии В. А. Красиловой [1979]. Она включает тафоценозы двух типов — папоротниковые с преобладанием *Cyathea sachalinensis* (Krysht.) Krassil. и платанолистные с *Protophyllum schmidtianum* (Heer) Krassil. Айнусской флоре, по-видимому, соответствует валиженская Камчатки. В Приморье кислые вулканические монастырские горизонты, залегающие выше арзамазовской свиты, содержат пока плохо различимые флоры коньяка и сантона с очень разнообразными хвойными, платанофиллами, а также *Trochodendroides*, *Hollickia* и *Corylites*.

На Японских островах известны флоры Асува и Омичидани [Matsuo, 1960, 1962], близкие к партизанской. Недавно Т. Кимура и Т. Оана [Kimura, Oana, 1978] описали из свиты Омичидани листья *Czekanowskia*. Этот факт заслуживает внимания как свидетельство длительного сохранения реликтов юрских — раннемеловых флор в Восточной Азии. По общему признанию, свита Омичидани не древнее турона, тогда как Т. Танаи относит ее к сенону [Tanai, 1979]. Этот исследователь описал флору серии Кудзи (Kuji) сантонского (или позднеконьякского) — кампанского возраста. Серия Кудзи подразделена на три свиты — Тамагава, Кунитан и Савайама. Растения известны из нижней и верхней свит, тогда как средняя содержит морскую фауну. Флора Тамагава включает 27 видов. Из них 11 папоротников, 6 хвойных и 10 покрытосемянных. В нижних слоях преобладают папоротники «*Gleichenites*» и «*Asplenium*», покрытосемянных нет совсем. Эти захоронения очень похожи на флороносные слои руч. Половинка на Сахалине. В верхних слоях папоротники также обычны, хвойные более разнообразны, покрытосемянные представлены *Magnolia*, *Platanus*, *Rogersia*, *Debeya tikhonovichii* (Krysht.) Krassil. и др. Последний вид характерен для сантонской флоры Мгачи на Сахалине. Флора Савайама (ранний кампан) сопоставима с жонкьерской. Отметим в ней такие реликтовые растения, как *Zamiopsis* и беннеттит *Otozamites schenkii* (Heer) Tanai. Мы полагаем, что к последнему виду относятся листья, описанные Х. Матсуо [Matsuo, 1966] из серии Изуми как *Zamites* sp.

СОБЫТИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЯМИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Анализируя описанную выше смену флор, остановимся прежде всего на динамике разнообразия как важнейшем показателе состояния

экосистем. Хотя числа видов не могут служить надежным критерием, параллельные изменения чисел видов в региональных последовательностях все же дают некоторое представление об изменении разнообразия.

В Приморье аптская флора насчитывает около 100 видов, альбская — 47, сеноманская — не более 40, туронская — около 80. На Северо-Востоке колебания чисел видов того же порядка. Альбские флоры систематически беднее аптских. Особенно отчетливо это выражено в субтропической зоне (например, в Приморье), где цикадофиты были одной из доминирующих групп от позднего триаса до апта включительно. Резкое сокращение цикадофитов, а также некоторых хвойных (*Podocarpus*, *Torreya*, *Athrotaxis*) в альбе, по-видимому, связано с вымиранием одной из основных растительных формаций — хвойно-цикадофитовых кустарников («чапарраля»). В течение среднего мела приходит упадок и другая типично мезозойская растительная формация — брахицикловые леса, состоявшие из нескольких групп хвойных: араукариевых, таксодиевых, хейролепидиевых с конвергентно сходными чешуевидными листьями. В течение альба и сеномана вымирание, по-видимому, не компенсировалось диверсификацией и продолжало падать. Лишь в туронском веке разнообразие возрастает за счет появления новых родов хвойных и цветковых.

Поскольку цикадофиты и брахицикловые хвойные были наиболее теплолюбивым компонентом мезозойской растительности, резкое сокращение их разнообразия логично связать с похолоданием. Предположение о похолодании в альбе согласуется с проникновением в Приморье некоторых элементов умеренной сибирской флоры, увеличением роли гинкговых. В конце альба на востоке Азии довольно широкое распространение получили красноцветные толщи. Красноцветность обусловлена главным образом поступлением пеплового материала и в какой-то степени, вероятно, летнесухим климатом. Нарушение климатической растительности на обширной территории Восточной Азии можно объяснить совместным действием двух факторов — похолоданием и перераспределением сезонных осадков. В условиях очень влажной мягкой зимы и прохладного лета хвойные имели преимущество перед цветковыми [Wang, Franklin, 1979] и, вероятно, также перед листопадными гинкговыми и чекановскиевыми.

В конце альба — сеномане складывается новая формация хвойных лесов с *Sequoia* и *Parataxodium* (основные доминанты), *Cupressinocladus*, *Protophyllocladus* (субдоминанты), платанолистными и лавролистными покрытосеянными в подлеске. Соотношение различных морфотипов листьев двудольных указывает на климатическую зональность: лавролистные цветковые преобладали в южных районах, а платанолистные — в северных. Тем не менее очень широкое распространение лесов этого типа, от Чукотки до Японских островов и, возможно, далее к югу [Красилов, 1979], свидетельствует об ослабленной климатической зональности по сравнению с юрой и ранним мелом. Папоротниковые марши с нильсониями, протянувшиеся по побережьям морей и вдоль рек, также имели очень однообразный состав, почти не претерпевший никаких изменений с севера на юг. Такая ситуация сохранилась вплоть до конца мелового периода.

Далее мы попытаемся связать смену растительности в середине мелового периода с основными эволюционными и геологическими событиями этого времени. Мы полагаем, что нарушение устойчивости ведущих растительных формаций и упадок некоторых из них в середине мела могли иметь далеко идущие последствия.

1. Изменение энтомофауны. Основной энтомофильной группой растений мезозоя были беннеттиты. Упадок этой обширной группы в альбе

привел к вымиранию проантофильных насекомых. Выдвинулись новые группы антофилов, посещавшие цветки покрытосемянных.

2. Изменение пресноводной фауны. Развитие плавающей растительности — водных покрытосемянных и папоротников — вызвало эвтрофирование озерных водоемов, которое в сочетании с предполагаемым снижением содержания кислорода повлекло за собой вымирание богатой оксифильной лимнофауны раннемеловых озер.

3. Вымирание динозавров. По аналогии с большими популяциями крупных животных можно предположить, что динозавры были связаны с растительностью открытого типа. В мезозое широко распространенными несслыми формациями были папоротниковые марши и цикадофитово-хвойный «чапарраль», вероятно, перемежавшийся в южной зоне с брахифилловым лесом. Распространение динозавров подтверждает их связь с этими формациями: наиболее крупные местонахождения динозавров находятся в области наибольшего развития цикадофитово-хвойного «чапарраля». Упадок этой формации вызвал резкое сокращение разнообразия динозавров. Окончательное вымирание динозавров в конце мела совпадает с прогрессирующим облесением и исчезновением папоротниковых маршей.

4. Прекращение угленакопления. На раннемеловую эпоху приходится пик мезозойского угленакопления. Основные угольные бассейны этого времени находятся в Восточной Азии: Ленский, Бурейнский, Раздольненский, Партизанский в СССР, Мулинский в КНР и др. В альбе угленакопление резко сокращается. Крупных средне-меловых месторождений угля неизвестно. В палеозое и мезозое углеобразование было связано с развитием устойчивых лесных формаций, таких, как лепидофитовые, кордаитовые, гинкгово-чекановские и хвойные леса. Прекращение углеобразования в мировом масштабе в конце перми — начале триаса и, очевидно, также в середине мела можно объяснить распадом крупнейших лесных формаций.

5. Изменение газового состава атмосферы и гидросферы. Так как наземные растения производят не менее половины атмосферного кислорода, то при нарушении растительности содержание кислорода должно было снизиться. В то же время баланс между поступающей в атмосферу двуокисью углерода и фиксируемым на суше углеродом был нарушен из-за обеднения растительности и прекращения углеобразования.

6. Развитие планктона и образование писчего мела. Эволюционная вспышка и резкое увеличение биомассы планктона, начавшееся еще в альбе [Fisher et al., 1977], можно связать с нарушением углеродного обмена между атмосферой и гидросферой. Кроме того, увеличение парциального давления углекислоты должно было вызвать сдвиг накопления карбонатов на меньшие глубины. Писчий мел — свидетельство исключительно высокой продуктивности нанопланктона и отложения карбонатного материала на небольших глубинах — по-видимому, образовался в результате сочетания описанных выше явлений.

7. Развитие нефтеобразующих процессов. В альбекком — копьякском веках образовалось более 60% всей добываемой нефти [Tiratsoo, 1976; Arthur, Schlanger, 1979]. Нефтематеринские породы имеют меловой возраст приблизительно в четверти гигантских нефтяных полей [Moody, Emmerich, 1972]. Битуминозные меловые породы с пиритом пройдены скважинами глубоководного бурения в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах [Schlanger, Jenkyns, 1976]. Излагаемые здесь представления позволяют связать широкое развитие нефтеобразующих процессов с двумя явлениями: увеличением биомассы планктона и сглаживанием широтного температурного градиента. Кислород поступает на глубину с холодными водами, опускающимися в полярных широтах. Рас-

тительность среднего мела свидетельствует о такой выровненности климата, при которой циркуляция океанических вод могла быть нарушена. Развитие стратификации вод в океанах и ограничение доступа кислорода в придонные слои способствовали накоплению нефтематеринских пород.

Мы излагаем эти соображения в форме предварительных гипотез, нуждающихся в дальнейшей разработке и проверке.

Ниже мы приводим описание двух новых видов из средне меловых отложений Приморья.

Platanus oleiniovii Nevolina sp. nov.

Табл. III, фиг. 2, 3

Голотип. ПТГУ, 376--28, Приморский край, левый берег р. Самарга между устьями рек Иссим и Сабу, сабуинская толща.

Диагноз. Листья ромбические, цельные и трехлопастные, асимметричные. Средняя лопасть широкая, треугольная, боковые узкие, асимметричные, со слабосерповидными заостренными верхушками. Основание клиновидное. Край от основания до середины цельный, выше выемчатый, зубцы равномерные. Жилкование тройчато-пальчатое, краспедодромное, в нижней части ретикулодромное.

Материал. 48 фрагментов и 2 почти цельных отпечатка листьев без фитолеммы.

Описание. У большинства листьев одна из лопастей значительно шире другой. Основание клиновидное, край выше середины выемчатый, зубцы равномерные. Средняя жилка толстая, вторичные значительно тоньше. Базальные жилки выходят из основания под углом 40° , причем левая оканчивается в верхушке лопасти, ветвясь в край тонкие жилки, а правая — в выемке между верхушкой лопасти и зубчиком края. Вторичных жилок 7 пар. Они прямые, краспедодромные, ветвящиеся. Третичные жилки прямые или изогнутые.

Сравнение. Форма боковых лопастей, асимметрия, узоклиновидное основание, ветвление базальных жилок и равномерная зубчатость отличают описываемый вид от наиболее близкого вида *P. sinuifolia* Bronn.

Местонахождение. Бассейн р. Самарга, между устьями рек Иссим и Сабу, сабуинская толща.

Araliaephyllum samargense Nevolina sp. nov.

Табл. IV, фиг. 1—4

Голотип. ПТГУ, 376—38, Приморский край, левый берег р. Самарга между устьями рек Иссим и Сабу, сабуинская толща.

Диагноз. Листья средние и крупные, пальчато-рассеченные на 5 неравных продолговатых сегментов. Верхушки лопастей заостренные, край цельный, основание клиновидное. Жилкование пальчатое, средняя и боковые жилки толстые, проходящие. От средней жилки под углом $15-30^\circ$ отходит одна пара базальных жилок, вильчато ветвящихся вблизи основания. Жилкование второго порядка брохидодромное, жилки изогнутые. Мелкое жилкование неправильно-сетчатое.

Материал. 118 фрагментов и 2 почти целых листа.

Описание. Лопастей листа разделены закругленными синусами. Форма листьев изменчива. Они крупные, вытянутые, до 240×140 мм, с узоклиновидным основанием, низбегающим на черешок, и углом выхода базальных жилок $15-20^\circ$ или средние и крупные, широкие, $110 \times 140-250 \times 190$ мм, с ширококлиновидным основанием, угол выхода базальных жилок 30° .

У всех листьев жилкование пальчатое, с тремя толстыми проходящими жилками. От средней жилки отходят базальные, ветвящиеся в нижней части, образуя средние жилки дополнительных четвертой и пятой лопастей. Край листа цельный, верхушки лопастей заостренные, жилкование вторичных жилок brochidromное. Вторичные жилки изогнутые, дуговидные, мелкое жилкование неправильно-сетчатое.

С р а в н е н и е. Близкими являются американские виды, описанные как *Agalia quinquepartita* Lesq. [Newberry, 1898, с. 123, табл. 9, фиг. 1; Berry, 1911, с. 84, табл. 24, фиг. 5] и *Agalia polymorpha* Newb. [Newberry, 1895, с. 118, табл. 18, фиг. 1—5], вероятно, относящиеся к роду *Agaliaerhyllum*. Приморский вид отличается от *Agalia quinquepartita* менее глубоко рассеченной листовой пластинкой и узкими лопастями. От вида *Agalia polymorpha* он отличается более узкими и длинными лопастями и ветвлением жилок значительно выше основания.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Левый берег р. Самарга, между устьями рек Иссими и Сабу, сабуинская толща.

ЛИТЕРАТУРА

Жерихин В. В. Развитие и смена меловых и кайнозойских фаунистических комплексов (трахелиные и хелицеровые). М.: Наука, 1978. 198 с.

Коновалов В. П. К вопросу о пограничных слоях между сучанской и коркинской сериями в Сучанском каменноугольном бассейне. — Информ. сб. Приморского геол. упр., 1964, № 5, с. 23—26.

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

Красилов В. А. Развитие позднемеловой растительности западного тихоокеанского побережья в связи с изменениями климата и тектогенезом. — В кн.: Ископаемые флоры Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975, с. 30—42.

Красилов В. А. Меловая флора Сахалина. М.: Наука, 1979. 128 с.

Паракецов К. В., Паракецова Г. И. Нижнемеловые отложения бассейна р. Еропол. — ДАН СССР, 1973, т. 209, № 3, с. 665—668.

Паракецов К. В., Похиалайнен В. П., Терехова Г. П. Биостратиграфическое расчленение меловых отложений Анадырского региона. — В кн.: Основные проблемы биостратиграфии и палеогеографии Северо-Востока СССР. Ч. 2. Мезозой. Магадан, 1974, с. 146—227.

Самсонов С. К. Флора из меловых отложений Кульджук-Тау. — В кн.: Юрские, меловые и палеогеновые отложения запада Средней Азии. М.: Наука, 1970, с. 39—45.

Филиппова Г. Г. Палеоботаническая характеристика континентальных отложений сеномана среднего течения реки Анадырь. — ДАН СССР, 1978, т. 239, № 1, с. 165—168.

Anan-Yorke R., Stelck C. R. Microfloras from upper Albian Neogastropilites zone, Sikanni Chief River, northeastern British Columbia. — Western and Arctic Canadian Biostratigraphy. Geol. Ass. Can. Spec. Paper, 1978, N 18, p. 11—21.

Arthur M. A., Schlanger S. O. Cretaceous «oceanic anoxic events» as causal factors in development of reef-reservoired giant oil fields. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 1979, v. 63, N 6, p. 870—885.

Berry E. W. The flora of Raritan formation. — Bull. Geol. Surv. New Jersey, 1911, v. 3, p. 1—231.

Fischer A. G., Arthur M. A., Herb R., Silva I. P. Middle Cretaceous events. — Geotimes, 1977, v. 22, N 4, p. 18—19.

Hollick A. The Upper Cretaceous flora of Alaska. — U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 1930, v. 159, p. 1—116.

Hopkins W. S. Jr., Sweet A. R. Contributions to Canadian paleontology: miospores and megaspores from the Lower Cretaceous Mattagami Formation of Antario. — Bull. Geol. Surv. Can., 1976, v. 256, p. 55—71.

Kimura T. Middle-late early Cretaceous plants newly found from the upper course of the Kuzuryo River area, Fukui Prefecture, Japan. — Trans. Proc. Palaeont. Soc. Jap., N. S. 1975, v. 98, p. 55—93.

Kimura T. Mesozoic plants from the Yatsushiro Formation (Albian), Kumamoto Prefecture, Kyushu, Southwest Japan. — Bull. Nat. Sci. Mus., 1976, ser. C, v. 2, N 4, p. 179—208.

Kimura T., Ohana T. *Czekanowskia nipponica* sp. nov. from the Upper Cretaceous Omichidani Formation, Ishikawa Prefecture in the Inner Zone of Central Japan. — Proc. Jap. Acad., 1978, ser. B, v. 54, N 10, p. 595—600.

Matsuo H. On the new Nymphaeacean plant from the Omichidani bed (Creta-

ceous system), Ishikawa Prefecture, Central Japan. — *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., 1960, N 40, p. 329—336.

Matsuo H. A study on the Asuwa flora (late Cretaceous age) in the Hokuriku District, Central Japan. — *Sci. Repts. Kanazawa Univ.*, 1962, v. 8, N 1, p. 177—250.

Matsuo H. Plant fossils from the Izumi Group (Upper Cretaceous) in the Izumi Mountain Range, Kinki District, Japan. — *Ann. Sci. Coll. Liberal Arts, Kanazawa Univ.*, 1966, v. 3, p. 67—74.

Mildenhall D. C. Cretaceous palynomorphs from the Waihere Bay Group and Rahuitara tuff, Chatham Islands, New Zealand. — *N. Z. J. Geol. Geophys.*, 1977, v. 20, N 4, p. 655—672.

Moody J. D., Emmerich H. H. Giant oil fields of the world. — *Intern. Geol. Congr.*, 24 Session, Canada, 1972, sect 5, p. 161—167.

Newberry I. S. The flora of the Amhoy clays. — *U. S. Geol. Surv. Monogr.*, 1895, v. 26, 137 p.

Newberry I. S. Later extinct floras of North America. — *U. S. Geol. Surv. Monogr.*, 1898, v. 35, 295 p.

Playford G. Palynology of Lower Cretaceous (Swan River) strata of Saskatchewan and Manitoba. — *Palaeontology*, 1971, v. 14, N 4, p. 533—565.

Schlanger S. O., Jenkyns H. C. Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. — *Geol. en Mijnbouw*, 1976, v. 55, N 3/4, p. 179—184.

Smiley C. J. Cretaceous floras of Chandler-Colville region, Alaska. — *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 1969, v. 53, N 3, p. 482—502.

Tanai T. Late Cretaceous floras from the Kuji District, northeastern Honshu, Japan. — *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, 1979, ser. 6, v. 19, N 1/2, p. 75—136.

Tiratsoo E. N. Oilfields of the world. 2nd ed. Beaconsfield, Sci. Press, 1976. 384 p.

Waring R. H., Franklin J. F. Evergreen coniferous forests of the Pacific Northwest. — *Science*, 1979, v. 204, N 4400, p. 1380—1386.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

Д. Горюнов
Всероссийский Союз Геологов
и Географов



ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗМОВ И БИОСТРАТИГРАФИЯ СЕРЕДИНЫ МЕЛОВОГО ПЕРИОДА

Проект 58 (Среднемеловые события)
Международной программы геологической
корреляции

ВЛАДИВОСТОК 1981