

УДК 561.5(571.6)

БИОТИЧЕСКИЕ И АБИОТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ В МЕЛОВОЕ ВРЕМЯ В ПРИМОРЬЕ (АЛЧАНСКИЙ БАССЕЙН)

*Е.В. Бугдаева¹, В.С. Маркевич¹, Е.Б. Вольнец², Г.Л. Амельченко²,
В.В. Голозубов³, С.И. Неволина³*

¹ Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

² Приморская поисково-съёмочная экспедиция, Владивосток

³ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток

Поступила в редакцию 11.02.03

Взаимодействие абиотических и биотических процессов наиболее ярко выражено в мелу Алчанского бассейна, находившегося на границе умеренной и субтропической зон. Любое изменение геологических и климатических условий приводило к резким сменам таксономического состава растительных сообществ. Аптские ископаемые флоры наиболее разнообразны и характеризуются значительным участием термофильных элементов, максимальным значением цикадофитового индекса, что говорит о потеплении. В это время на Сихотэ-Алине начинается самая крупная трансгрессия, в морской биоте заметно влияние области Тетис. В Северо-Западной Пацифике с апта по альб проявляется первое бескислородное событие (Ocean Anoxic Event — ОАЕ1) в океане и эпиконтинентальных морях. Начало альбского века ознаменовалось максимумом трансгрессии. В эпиконтинентальных морях господствует биота двустворок (ауцеллины и иноцерамиды) и аммонитов, характерных для Северо-Тихоокеанской провинции. Этот факт свидетельствует о некотором похолодании. В наземных флорах падает разнообразие, сокращается участие термофильных элементов, а также снижается значение цикадофитового индекса. Интенсивность вулканической деятельности в Алчанском бассейне постепенно нарастает с начала альба, достигая максимума в среднем—начале позднего альба. С этим временем также связаны регрессия моря и установление континентальных обстановок в регионе. Растительные формации, характерные для гумидного климата, деградируют. Возникают новые растительные сообщества с участием, а иногда даже и доминированием орофитов. Усиление вулканической деятельности вело к формированию специфических флор. Флора позднего альба наиболее таксономически разнообразна и включает субтропические элементы, что, вероятно, было обусловлено потеплением климата. На границе раннего и позднего мела произошли значительные геологические (пауза в активной вулканической жизни Сихотэ-Алинского пояса, смена характера седиментогенеза) и климатические (потепление и увеличение гумидности) события. С ними, по всей вероятности, было связано нарушение устойчивости ведущих растительных формаций, упадок некоторых из них в середине мела (например, “цикадофитовый чапарраль”) и формирование новых (рипарийных платановых лесов и плавающей растительности — водных покрытосеменных и папоротников). По-видимому, события и в морских и в континентальных экосистемах были синхронными и являлись звеньями одной цепи, отражая изменения климата и тектогенез.

Середина мелового периода ознаменовалась бурными и контрастными событиями, вызвавшими кризисные явления в биоте. Сформировался совершенно иной облик как животного, так и растительного мира. Это было время появления последнего высшего таксона растений, такого, как покрытосеменные — одного из основных биотических событий в мелу. Детальный анализ фаций и изменений таксономического состава флоры и фауны позволяет восстановить особенности палеообстановок, ход развития наземных экосистем и пути протекания органической эволюции, выявить соответствие общих закономерностей развития абиотических и биотических процессов в мезозое. Значение геологических циклов

для эволюции биосферы заключается в том, что они прямо или косвенно воздействуют на все земные и морские экосистемы. Тектоническому спокойствию в Восточно-Азиатском регионе в триасе и юре соответствовал когерентный (согласованный) этап эволюции растений. В это время происходило преимущественно образование новых таксонов на уровне вида. С позднего триаса и до середины мела в тафоценозах доминировали гинкговые и чекановские, составлявшие основу мезофитной флоры. Обычно им сопутствовали хвойные. В конце средней юры разразился биотический кризис в наземных экосистемах, выразившийся, помимо резкой редукции видового состава доминантов растительных со-

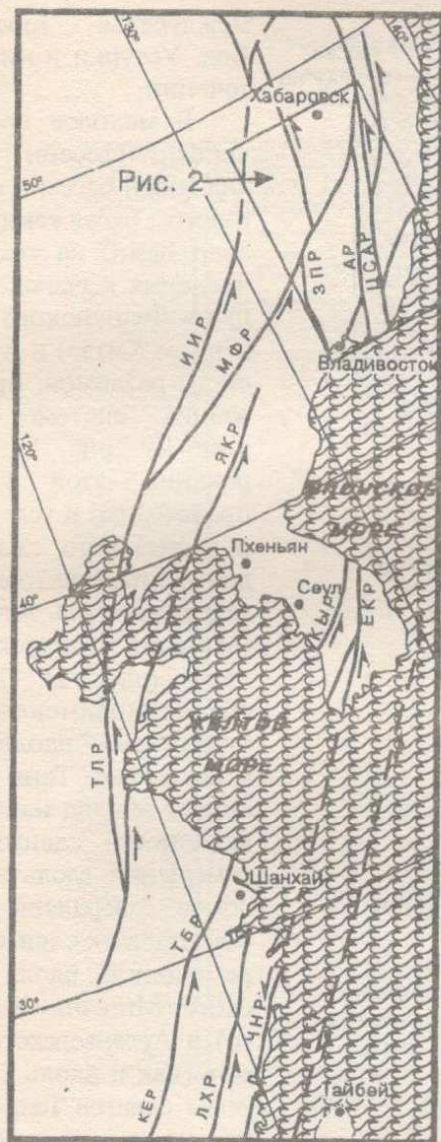


Рис. 1. Главные разломы системы сдвигов Тань-Лу

обществ, в элиминации тетрапод. Отметим, что на Востоке Азии со среднеюрским временем связано проявление фазы тектогенеза. С аридизацией в поздней юре сопряжено формирование своеобразных ксерофитных сообществ, распавшихся с наступлением в раннем мелу гумидных условий. Повышение влажности способствовало "ренессансу" мезофитных растений, но их участие в растительности, за некоторыми исключениями, уже не достигает прежних масштабов. Тектоническая активизация в среднем альбе наряду с аридизацией климата вызвала спад угленакопления на всей территории Сибири и Дальнего Востока и потерю доминирующего значения некоторых групп типичных растений мезозоя (например, таких, как цикадофиты, чекановские и др.).

По нашим данным, в раннемеловое время выявлены три фазы тектонической активизации Восточно-Азиатского региона: поздний берриас—валанжин, готерив, апт—альб. Это приводило к возрастанию общей неустойчивости биосферы как системы, нало-

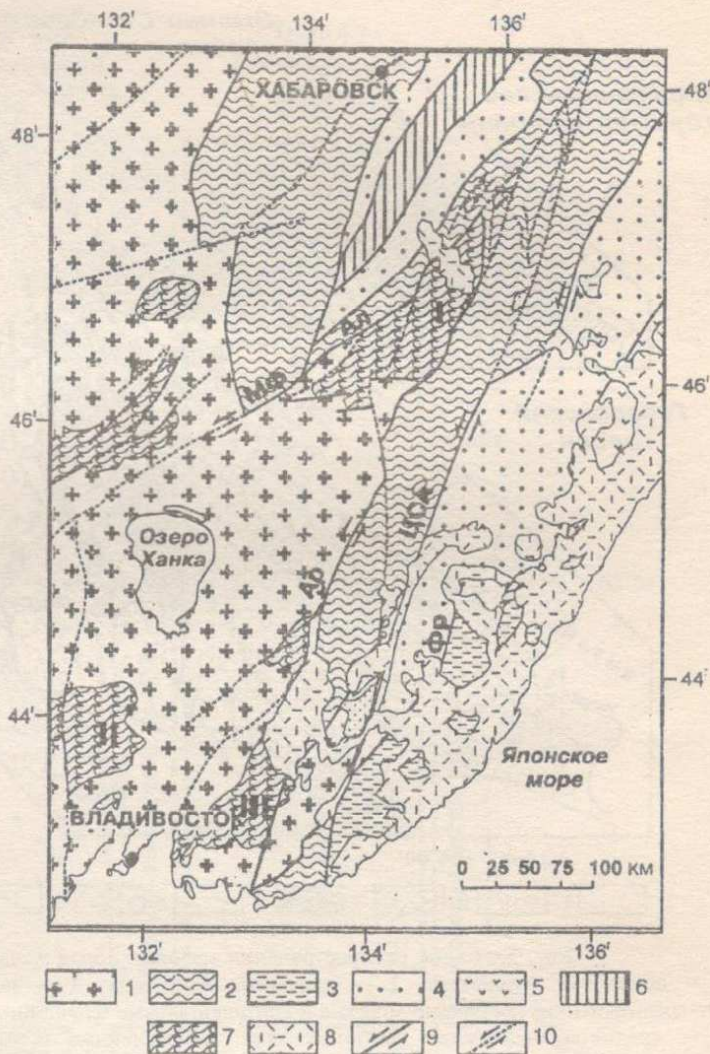


Рис. 2. Террейны и меловые эпиконтинентальные бассейны Южного Сихотэ-Алиня и прилегающих территорий:

1 — Ханкайский супертеррейн (докембрийский—раннепалеозойский континент); 2 — Самаркинский террейн (средне-позднеюрская аккреционная призма); 3 — Таухинский террейн (неокомская аккреционная призма); 4 — Журавлевский террейн (раннемеловой приконтинентальный синсдвиговый бассейн); 5 — Кемский террейн (раннемеловая островодужная система); 6 — Киселевско-Маноминский террейн (среднемеловая аккреционная призма); 7 — меловые эпиконтинентальные бассейны (I — Алчанский, II — Раздольненский, III — Партизанско-Суходольский); 8 — поздне-меловые и кайнозойские вулканиты; 9 — разломы (преимущественно левые сдвиги), разграничивающие террейны (МФ — Мишань-Фушунский, Ал — Алчанский, Ар — Арсеньевский, ЦСА — Центральный Сихотэ-Алинский, Фр — Фурмановский); 10 — разломы (преимущественно левые сдвиги) в пределах террейнов

женной на внешние оболочки Земли. Резкие колебания условий среды провоцировали смену растительных сообществ, увеличение скорости вымирания и скорости появления новых таксонов, ароморфогенные процессы, проявлявшиеся на стадии некогерентной (несогласованной) эволюции. Крупным этапам развития биосферы соответствовали эволюционные уровни (грады), выделяемые в филогении палеозойских и мезозойских растений [10]. Вспышки адаптивной радиации совпадали с кризисными событиями, разделявшими эти этапы. Каждый после-

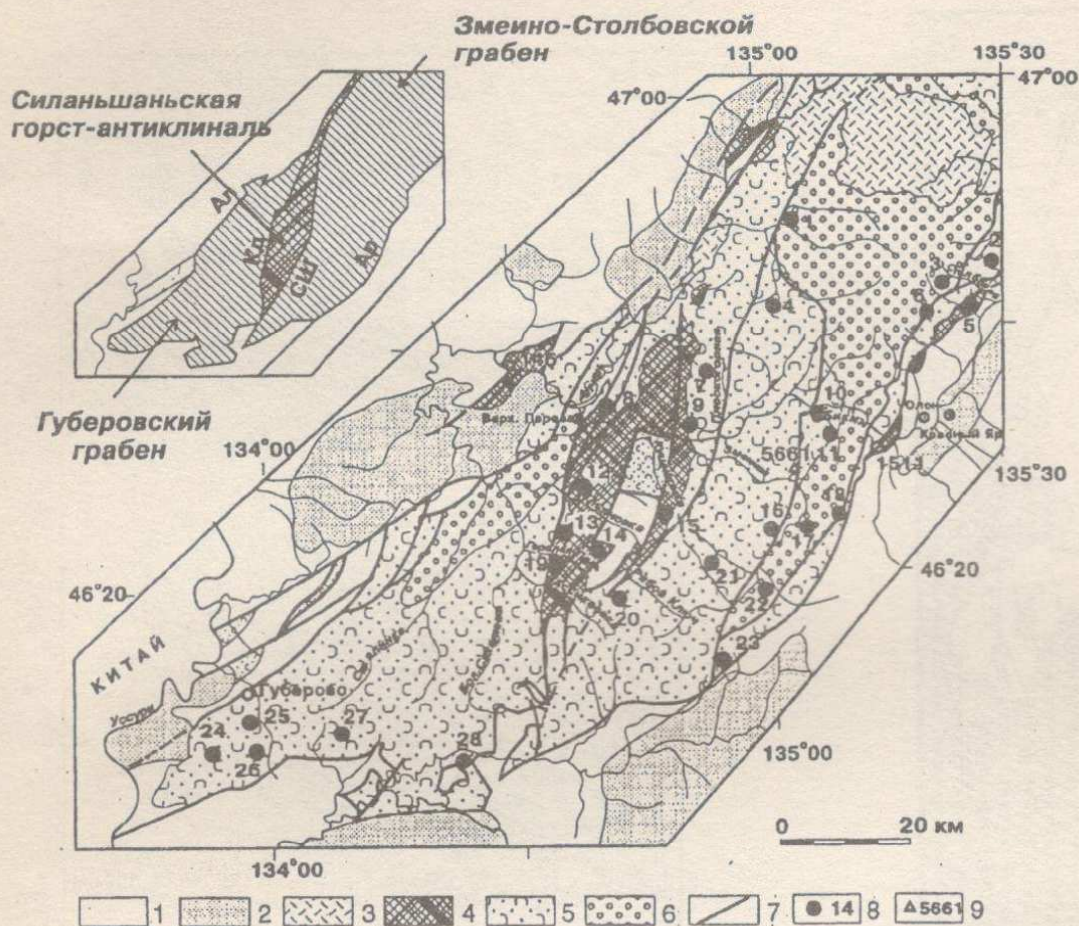


Рис. 3. Схема распространения меловых пород Алчанского бассейна:

1 — домеловой фундамент; 2 — третичные депрессии; 3 — позднемеловые вулканиты; 4 — афт-среднеальбские прибрежно-морские и континентальные терригенные отложения ассикаевской свиты; 5 — средне-верхнеальбские континентальные вулканогенные образования алчанской свиты; 6 — сеноманские континентальные пестроцветные терригенные отложения столбовской толщи; 7 — разломы; 8 — положение разрезов и их номера; 9 — положение точек сборов ископаемой флоры и их номера

дующий уровень формировался несколькими эволюционными линиями предыдущего уровня.

Для мелового периода Восточной Азии характерна интенсификация процессов флорогенеза, имевших сложный ступенчатый характер с неоднократными реверсиями и активизацией формообразования. Ароморфогенный тип эволюции был обусловлен возникновением новых адаптивных ниш, образовавшихся в результате неустойчивости условий, вызванных неоднозначными тектоническими режимами и геологическими обстановками.

Краткий очерк геологии района

Алчанский бассейн, выполненный меловыми (преимущественно нижнемеловыми) терригенными и вулканогенными образованиями, занимает площадь около 6300 км² в пределах северо-западных отрогов хр. Сихотэ-Алинь. Он имеет в плане форму вытянутого в северо-восточном направлении треугольника, острая вершина которого располагается на левобережье верховий р. Матай, а постепенно расширяющаяся в юго-западном направлении главная часть занимает долину р. Алчан (правого притока р. Бикин) и

междуречье Бикина и Бол. Уссурки в нижнем их течении.

В меловое время Алчанский бассейн представлял собой бассейн синсдвигового растяжения (pull-apart basin) на участке сочленения Алчанского (Мишань-Фушунского в Северном Китае) и Арсеньевского разломов, принадлежащих системе сдвигов Тань-Лу (рис. 1). Формирование этой структуры происходило в условиях меридионального сжатия при доминанте сдвиговых перемещений вдоль Алчанского (Мишань-Фушунского) разлома (рис. 2). Вспышка средне-позднеальбского вулканизма вдоль разломов системы Тань-Лу фиксирует эпизод наибольшей активности сдвиговых перемещений вдоль этих разломов. Завершение крупномасштабных сдвиговых перемещений вдоль Алчанского (Мишань-Фушунского) и Арсеньевского разломов (как и вдоль всей системы сдвигов Тань-Лу) имело место в сеномане [1].

Меловые отложения Алчанского бассейна представлены ассикаевской и алчанской свитами и столбовской толщей (рис. 3—6).

Ассикаевская свита выходит на поверхность преимущественно в центральной части Алчанского бассейна на участках обрамления Силаньшаньского горста главным образом на левобережье р. Бикин (рис. 3). По литологическим признакам свита разделена на три подсвиты. В разрезах ниже- и вышеассикаевской подсвит доминируют песчаники, в то время как среднеассикаевская представлена преимущественно алевролитами.

Алчанская свита преимущественно вулканогенных пород выполняет большую часть одноименного бассейна. Комплекс вулканитов включает жерловые, экструзивные и субвулканические тела, туфовые и игнимбритовые потоки склонов вулканических построек, а также тефроиды, туфы, туффиты, туфовые песчаники и алевролиты дистальных фаций.

Намечаются два линейных вулканических грабена, приуроченных к ограничивающим бассейн крупным разломам (рис. 3). Более значительный по размерам Змеино-Столбовской вулканический грабен S-образной формы примыкает с запад-северо-запада к

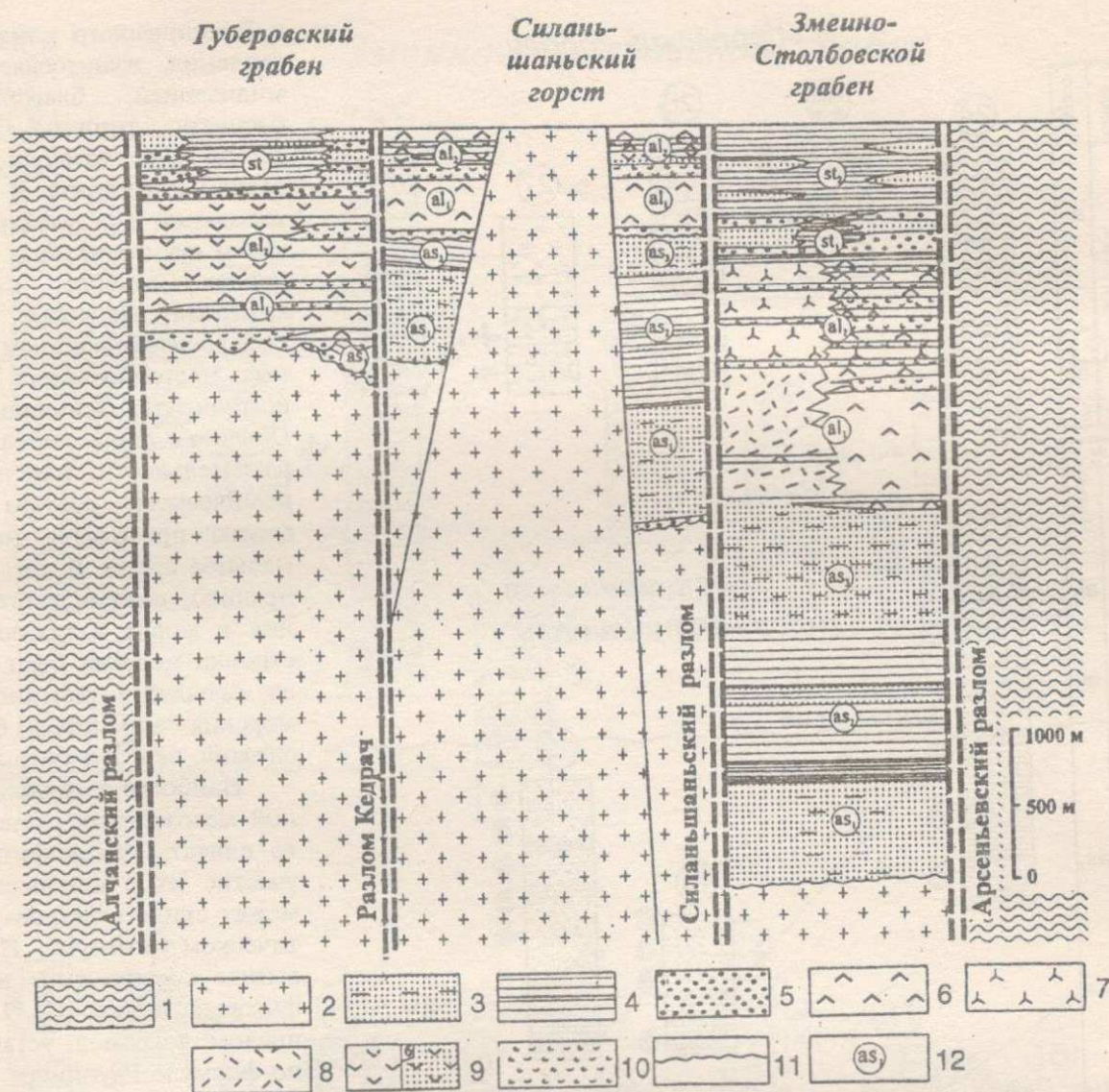


Рис. 4. Взаимоотношение стратифицированных образований Алчанского бассейна:

1 — Ханкайский супертерреин и перекрывающие породы перми, триаса и юры; 2 — Самарканский терреин — фрагмент юрской аккреционной призмы; 3 — песчаники с прослоями алевролитов; 4 — алевролиты с прослоями песчаников; 5 — конгломераты и гравелиты; 6 — лавы, туфы и игнимбриты дацитов; 7 — лавы, туфы и игнимбриты риодацитов; 8 — лавы, туфы и игнимбриты андезитов; 9 — лавы (а) и туфы (б) андезитов; 10 — туффиты, туфовые песчаники и алевролиты; 11 — размывы и угловые несогласия; 12 — индексы: as_1, as_2, as_3 — нижне-, средне- и верхнеассикаевская подсвиты; al_1, al_2 — нижне- и верхнеалчанская подсвиты; st_1, st_2 — нижне- и верхнестолбовская пачки

зоне Арсеньевского разлома. Губеровский вулканический грабен клиновидной формы вытянут в северо-восточном направлении. В центральной части бассейна их разделяет Силаньшаньская горст-антиклиналь.

Столбовская толща заполняет наиболее углубленные участки Змеино-Столбовского и Губеровского грабенов. Толща практически не обнажена и изучена лишь в поверхностных горных выработках и в скважинах колонкового бурения. В пределах Змеино-Столбовского грабена разрез ее подразделен на две подтолщи.

Нижняя подтолща образована преимущественно грубообломочными породами — конгломератами, песчаниками, в меньшей мере — песчанистыми алевролитами.

Верхняя подтолща состоит из двух пачек: первая представлена туфоалевролитами с прослоями и линзами песчаников, содержащих тонкие линзы лигнитов; вторая сложена песчанистыми алевролитами с песчаниками и линзами гравелитов.

Растительные макроостатки собраны (рис. 3) из ассикаевской (около 21 000 образцов) и алчанской (около 300 000 образцов) свит, а также из столбовской толщи (около 10 000 образцов). Спорово-пыльцевые комплексы (более 100 проб) получены из двух последних стратонов. Отложения ассикаевской свиты были сформированы в морских и прибрежно-морских условиях и часто содержат остатки морских моллюсков, породы алчанской преимущественно вулканогенного генезиса, осадки столбовской толщи озеро-аллювиального происхождения (рис. 4—6).

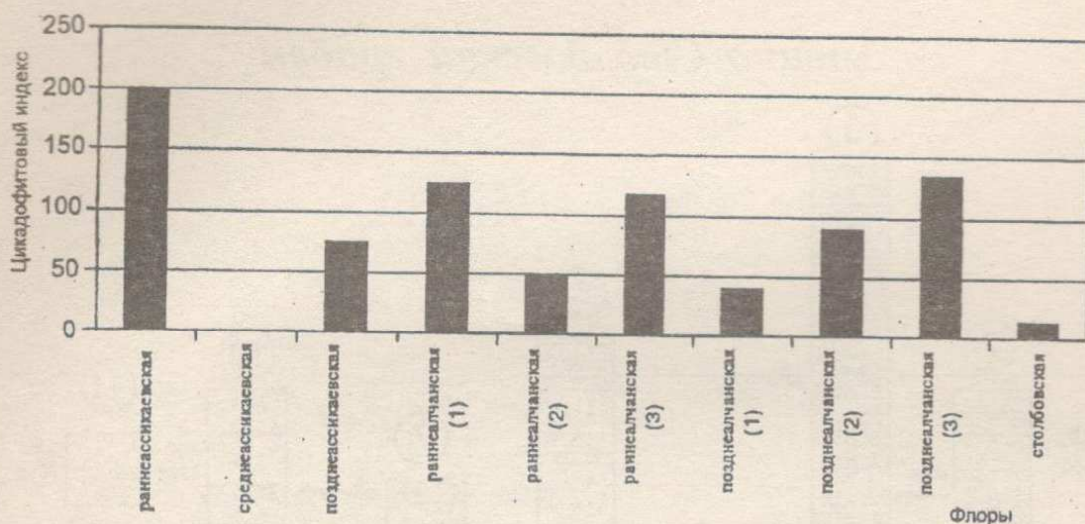


Рис. 7. Изменение цикадофитового индекса меловых флор Алчанского бассейна

жит характерные элементы геофлоры *Phoenicopsis* и сибирские беннеттиты *Neozamites*). Начавшееся потепление и миграцию границы умеренной климатической зоны к северу в конце альба мы реконструируем по появлению в захоронениях *Cycadeoidea bikiensis* Krassl. Представители этого рода характерны для субтропических геофлор *Cycadeoidea*. Знаменательно, что такое субтропическое теплолюбивое растение выступает здесь в качестве одного из доминантов. Этот беннеттит из пахикаульной группы с толстыми короткими стволами, покрытыми панцирем из остатков листовых черешков, демонстрирует приспособительные признаки, характерные для растений засушливых зон. Представители современного рода *Encephalartos*, внешне похожего на *Cycadeoidea*, обитают в каменистых пустынях. Его ствол позволяет противостоять засухам и пожарам. Сходство жизненных форм этих растений может говорить о произрастании *Cycadeoidea* в безлесных засушливых биотопах. Область распространения данного таксона примерно совпадает с северной границей красноцветов [11]. Добавим, что для альбских отложений Северной Америки и Казахстана [2, 3] он является наравне с *Tempskya* показателем субтропического климата.

Из коркинской серии Южного Приморья был описан новый вид *Tempskya neumyvakinii* Роров [21]. Позже остатки этого растения обнаружены на территории Алчанского бассейна в осыпях коренных обнажений верхнеалчанской подсвиты (устное сообщение А.М. Попова и В.З. Неумывакина). По всей вероятности, *Tempskya neumyvakinii* и *Cycadeoidea bikiensis* одновозрастны. По мнению В.А. Вахрамеева [3], участие *Tempskya* и *Cycadeoidea* в раннемеловых флорах Потомаской и Европейской провинций Евросинийской области свидетельствует о тесной связи Северной Америки и Европы. Встречаемость данных таксонов во флоре Алчанского бассейна делает достоверным утверждение о существовании в альбе палеогеографических связей Восточно-Азиатской флористической провинции с вышеназванными. Китайские палеоботаники также указывали на участие в

раннемеловой флоре Северо-Востока Китая *Rogersia angustifolia*, *Saliciphyllum longifolium*, *Sapindopsis magnifolia*, *Sterculophyllum elegans*, *Ficophyllum*, "Sassafras", *Carpolithus brookensis* (формация Далацзы альбского возраста) и *Vitiphyllum* sp., *Phyllites* sp. (формация Найцишань апт-альбского возраста), известных из флоры Потомаской группы [20, 22]. Как видно из приве-

денного списка, сходство покрытосеменных здесь выражается не только на родовом, но и на видовом уровнях. Помимо вышеупомянутых таксонов, общими также являются *Quercophyllum*, *Celastrophyllum*, *Araliaephyllum*, *Laurophyllum*. Общими элементами флор Потомаской и Восточно-Азиатской фитоохорий можно назвать еще и *Acrostichopteris*, *Cladophlebis*, *Onychiopsis*, *Ruffordia*, *Nilssonia*, *Sagenopteris*, *Sphenobaiera*, *Podozamites*, *Nageiopsis*, "Cephalotaxopsis" (*Taxites*), *Brachyphyllum*, *Sphenolepis*, *Athrotaxopsis*, *Sequoia*, *Zamiopsis*. На литолого-палеогеографической карте альбского века [4] видно, что между континентами не было значительных разделяющих водных пространств и островные участки практически связывали всю сушу Северного полушария (рис. 8). Эта палеогеографическая ситуация отчасти способствовала глобальной экспансии покрытосеменных в альбское время. Уровень с доминированием *Cycadeoidea* примечателен и тем, что впервые в геологической истории Алчанского бассейна цветковые начинают доминировать в захоронениях.

Событие появления покрытосеменных в мелу Алчанского бассейна

В Алчанской впадине покрытосеменные впервые появляются в начале среднего альба. Они представлены *Sapindopsis* sp., *Laurophyllum* sp., *Dicotylophyllum* sp., *Nyssidium* sp., *Onoana* sp. (определение Е.Б. Волынец). Фитоориктоценоз находится в слоях, перекрывающих дацитовый лавовый поток. Выше по разрезу, в верхней части среднеальбских отложений, покрытосеменные выпадают из состава захоронений. Подобная ситуация уже рассматривалась ранее [14]: цветковые исчезают на парадоксальной фазе биоценотического кризиса, появляясь в уже значительно большем изобилии в драматическую фазу. В конце среднего альба и начале позднего (нижняя часть верхнеалчанской подсвиты) по разрезу выше игнимбритовых дацитов и потоков лав риодацитового и



Рис. 8. Схематичная палеогеографическая карта альбского века, по [5]. Черным кружком показано местоположение Алчанского бассейна

дацитового состава появляются *Sapindopsis* sp., *Araliaephyllum* sp., *Kenella harrisiana* Samyl. Как видим, и здесь покрытосеменные выступают колонизаторами вновь образованных поверхностей суши (на остывших лавовых потоках и выжженных палящими тучами пустошах). В отложениях верхнего альба возрастает разнообразие покрытосеменных до 27 видов (роды *Sapindopsis*, *Vitiphyllum* (*Cissites*), *Celastrorphyllum*, *Quercorphyllum*, *Sassafras*, *Laurophyllum*, *Araliaephyllum*). По-видимому, мы наблюдаем в данном случае реакцию цветковых на протекание биоценотического кризиса.

Из тафономических наблюдений вытекает, что в ориктоценозах, в которых доминируют беннеттиты, покрытосеменные отсутствуют или крайне редки и наоборот. Судя по всему, цветковые оккупировали освободившиеся ниши, ранее занимаемые цикадофитами. Показательны различия в составе одновозрастных фитоориктоценозов из основания нижней части верхнеалчанской подсвиты (обнажения 602+604 и 1602+1604), удаленных друг от друга примерно на 50–60 км. Захоронение первой точки, сформировавшееся в долине в “дождевой тени” вулканического хребта в более засушливых условиях, по всей вероятности, отражает растительность папоротниковых маршей с двудольными растениями. Редкими являются хвои, цикадофиты и хвойные. Фитоориктоценоз второй точки происходит из слоев лимнического генезиса. Его слагают хвойные (*Pseudolarix* aff. *doro-feevii*) и чекановские (*Czekanowskia* ex gr. *rigida*). Беннеттиты, феникописис, хвойные и покрытосеменные единичны. Растения второй точки существовали в более влажных условиях приозерной низменности, более “привычных” для “мезофитной” флоры. Здесь же, на поверхности дацитового лавового потока, формируются почвы, осваиваемые растениями начальной стадии сукцессии. Происходит заполнение новых экологических ниш, на первое место снова выходят растения с жизненной *r*-стратегией — чекановские и покрытосеменные. Впервые в геологической истории начинают доминировать двудольные. Можно сказать, что покрытосеменные в их самой ранней истории являлись чуткими индикаторами нарушенных местообитаний.

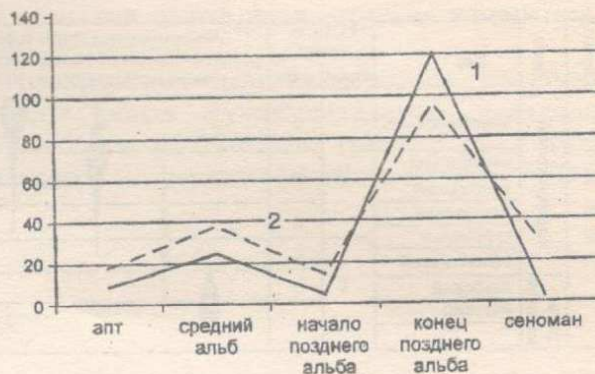


Рис. 9. Соотношение исчезающих (1) и появляющихся (2) таксонов ископаемых растений в меловых разрезах Алчанского бассейна

Одним из самых богатых по таксономическому составу и интересным в палеоэкологическом плане является позднеальбское местонахождение 4561. Здесь на игнимбриках риолитов залегает пачка переслаивания туфопесчаников и туффитов, вероятно, аллювиального генезиса мощностью около 170 м. В ее верхней части выявлен флороносный слой мощностью 1,2 м. Он содержит три последовательных захоронения растительных остатков:

1. Тафоценоз с доминированием папоротников. Найдены также обрывки листьев и шишек хвойных и фрагменты неопределимых покрытосеменных. Захоронение приурочено к 5-сантиметровому слою тонкозернистого туфопесчаника.

2. Тафоценоз с доминированием листьев покрытосеменных родов *Sassafras*, *Sapindopsis*, *Dicotylophyllum*, *Celastrorphyllum*, *Laurophyllum*. Этот слой представлен тонкозернистым туфопесчаником; его мощность 12 см.

3. Тафоценоз с доминированием хвойных *Athrotaxis expansa* и *Stachyotaxus* sp. А, найдены также обрывки цикадофитов и неопределимые остатки покрытосеменных. Захоронение — в 10-сантиметровом кремнистом туфоалевролите.

Очевидно, здесь отражаются движения звеньев растительной катены, обусловленные миграцией речного русла. По нашему мнению, в выработанной аллювиальной долине с меандрирующей рекой существовали в пойме старичные озера, окруженные хвойной растительностью. На русловых барах, отмелях произрастали древесные и кустарниковые формы покрытосеменных. Пространство за ними, в пойме реки, было занято папоротниковыми маршами. Таким образом, несмотря на то что в захоронениях покрытосеменные иногда выходят на первую роль, как видим, в растительности альбского века их позиции еще неустойчивы и они еще не достигли по-настоящему значимого доминирующего статуса. Необходимо отметить, что здесь покрытосеменные, так же как и древние покрытосеменные во всем мире, приурочены к грубым речным отложениям, но особенностью алчанских тафоценозов является то, что цветковые также появляются в геологической летописи выше вулканических потоков, по-видимому, они колонизировали пустоши, образовавшиеся после извержений.

Период	Эпоха	Век	Развитие флоры		Эволюционные этапы и фазы в развитии флоры по палинологическим данным (Заклинская, 1977)	Растительные формации мелового периода (Красилов, 1977, 1985)	Динозавровая фауна (Несов, 1995)
			этапы	фазы			
М Е Л	поздне меловой	маастрихтский	II	c		Смешанные леса аркто-третичного облика (<i>Trochodendroides</i> , <i>Metasequoia</i> , <i>Taxodium</i>)	гадрозавриды
		кампанский		b			
		сантонский		a			
		кюльясский		a			
		туронский		a			
	ранне-меловой	сеноманский	I	c		Секвойевые леса с лавралистными и платановыми	протоцератопсиды
		альбский		b			
		аптский		b			
				b			
				b			

Рис. 10. Эволюционные этапы в развитии палинофлоры (по покрытосеменным), растительных формаций и динозавровой фауны

Обсуждение и выводы

Падение разнообразия флоры, элиминация доминантов, которым часто сопутствует массовое распространение пионерных и раннесукцессионных форм, наглядно говорят о признаках кризиса в экосистеме. В истории Земли подобные события, определяющие глобальные геохронологические рубежи, проявлялись неоднократно. В норме эволюция сообществ протекает от неспециализированных пионерных форм к узкоспециализированным климаксным. Противоположный процесс означает развитие кризиса. Появление в геологической летописи первых цветковых может свидетельствовать о деструкции фитоценозов и внедрении новой группы растений в начальные этапы сукцессии.

Аптские ископаемые флоры Восточно-Азиатского региона наиболее разнообразны и характеризуются значительным участием термофильных элементов, максимальным значением цикадофитового индекса, что говорит о потеплении [6–11, 18]. Углеобразованием охвачены обширные регионы — Сибирь, Забайкалье, Дальний Восток. В это время на Сихотэ-Алине начинается самая крупная трансгрессия, заметно проявлено влияние области Тетис [13]. По данным Х. Хирано и К. Такаги [19], в баррем-альбе Северо-Западной Пацифики произошла первая фаза бескислородных событий (Ocean Anoxic Event, так называемое ОАЕ1) с несколькими импульсами стагнации, наиболее отчетливо проявленными в апте и конце альба. Развитие плотностной стратификации вод в океанах и эпиконтинентальных морях обычно связывают с резким ростом продуктивности планктона и нанопланктона, которая возрастает при крупных трансгрессиях. Менее значимым фактором считается климатический [15].

Начало альбского века ознаменовалось максимумом трансгрессии. В эпиконтинентальных морях господствует биота двустворок (ауцеллин и иноцерамид) и аммонитов, характерных для Северо-Тихоокеанской провинции [13]. Этот факт свидетельствует о некотором похолодании. В наземных флорах падает разнообразие, сокращается участие термофильных элементов, а также снижается значение цикадофитового индекса. Прекращается углеобразование. Ампли-

туда вулканической деятельности постепенно нарастает с начала альба, достигая максимума в среднем—начале позднего альба. С этим временем также связана регрессия моря и установление континентальных обстановок. Растительные формации, характерные для гумидного климата, дегради-

руют. Возникают новые растительные сообщества с участием, а иногда даже и доминированием орофитов. Усиление вулканической деятельности вело к формированию специфических флор, по-видимому отличавшихся большей толерантностью.

Поздний альб — время потепления климата (высокое разнообразие наземной флоры, обогащение ее субтропическими видами). Это время окончательного становления покрытосеменных. Они оккупируют освободившиеся различные экологические ниши, ранее занимаемые их предшественниками. В тафоценозах Алчанской впадины с доминированием цикадофитов отсутствуют или крайне редки покрытосеменные и наоборот. На графике (рис. 9), показывающем количество вымерших и количество появившихся флористических таксонов для этого региона, видно, что вымирание в позднеальбское время превышает появление новых видов. Напомним, что подобные события характерны для драматической фазы средне мелового кризиса, по-видимому, в Алчанской впадине проявившейся в конце альба.

На границе раннего и позднего мела произошли значительные геологические (пауза в активной вулканической жизни Сихотэ-Алинского пояса) и климатические (потепление и увеличение гумидности) события. С ними, по всей вероятности, было связано нарушение устойчивости ведущих растительных формаций, упадок некоторых из них в середине мела (летнезеленых феникопсисовых лесов, беннеттитовых кустарников и др.) и формирование новых (к примеру, рипарийных платановых лесов). Развитие плавающей растительности — водных покрытосеменных и папоротников — показатель освоения новых экологических ниш. Возникновение новых адаптивных зон открыло для этих групп возможности быстрой и бурной адаптивной радиации. Это важное событие произошло одновременно в пределах умеренной зоны Северного полушария [9].

Смена растительности наряду с кардинальными абиотическими преобразованиями имела далеко идущие последствия. Особенно она отразилась на животном мире, тесно связанном с растительным. Л.А. Несов [16, 17] указывал, что на границе альба и сеномана сформировалась совершенно новая фауна

динозавров протоцератопсид, пришедшая на смену фауне завропод, доминировавшей в раннем мелу (рис. 10). Однако наиболее коренные преобразования в фауне позвоночных произошли в конце сеномана — начале турона, когда стартовала гадрозавровая группа, просуществовавшая до конца мелового периода.

По-видимому, события и в морских и в континентальных экосистемах были синхронными и явля-

лись звеньями одной цепи, отражая изменения климата и тектогенез.

Исследования были поддержаны грантами Российского фонда фундаментальных исследований 99-05-64568 и 02-05-65326, грантом № 8 конкурса финансовой поддержки научных программ ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амельченко Г.Л., Голозубов В.В., Вольтец Е.Б., Маркевич В.С. Стратиграфия Алчанского мелового эпиконтинентального бассейна (Западный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеан. геол. 2001. Т. 20, № 1. С. 57—71.
2. Вахрамеев В.А. Стратиграфия и ископаемая флора меловых отложений Западного Казахстана // Региональная стратиграфия СССР. Т. 1. М., 1952. 340 с.
3. Вахрамеев В.А. Юрские и меловые флоры и климаты Земли. М., 1988. 214 с.
4. Жарков М.А., Мурдмаа И.О., Филатова Н.И. Палеогеография середины мелового периода // Стратигр. Геол. корреляция. 1995. Т. 3, № 3. С. 15—41.
5. Киричкова А.И., Самылина В.А. Новый вид рода *Czekanowskia* из нижнего мела Забайкалья // Бот. журн. 1984. Т. 69, № 1. С. 99—100.
6. Красилов В.А. Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М., 1967. 364 с.
7. Красилов В.А. Материалы по стратиграфии и палеофлористике угленосной толщи Бурейнского бассейна // Ископаемые флоры и фитоценология Дальнего Востока. Владивосток, 1973. С. 28—51.
8. Красилов В.А. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы. М., 1985. 240 с.
9. Красилов В.А. Происхождение и ранняя эволюция цветковых растений. М., 1989. 264 с.
10. Красилов В.А. Макроэволюция и эволюционный синтез // Эволюция, экология и биоразнообразие. М., 2001. С. 27—47.
11. Красилов В.А., Шорохова С.А. Фитоценология алчанской свиты Северного Приморья // Вулканогенный мел Дальнего Востока. Владивосток, 1989. С. 43—49.
12. Маркевич В.С. Меловая палинофлора севера Восточной Азии. Владивосток, 1995. 200 с.
13. Маркевич П.В., Коновалов В.П., Малиновский А.И., Филиппов А.Н. Нижнемеловые отложения Сихотэ-Алиня. Владивосток, 2000. 283 с.
14. Меловой биоценологический кризис и эволюция насекомых. М., 1988. 236 с.
15. Найдин Д.П., Похиалайнен В.П., Кац Ю.И., Красилов В.А. Меловой период. Палеогеография и палеоокеанология. М., 1986. 262 с.
16. Несов Л.А. Динозавры Северной Евразии: новые данные о составе комплексов, экологии и палеобиогеографии. СПб., 1995. 156 с.
17. Несов Л.А. Неморские позвоночные мелового периода Северной Евразии. СПб., 1997. 218 с.
18. Golozubov V.V., Markevich V.S., Bugdaeva E.V. Early Cretaceous changes of vegetation and environment in East Asia // *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 1999. Vol. 153. P. 139—146.
19. Hirano H., Takagi K. Cretaceous oceanic anoxias in northwestern Pacific — current conditions and prospect of research // *Environmental and tectonic history of East and South Asia with emphasis on Cretaceous correlation (IGCP 350)*. Proceedings of 15th Intern. Symp. of Kyungpook National Univ. September, 1995. Taegu: Kyungpook National University (Korea), 1995. P. 343—355.
20. Li X.-X., Ye M.-N., Zhou Z.-Y. Late Early Cretaceous flora from Shansong, Jiaohe, Jilin Province, Northeast China // *Palaeont. Cathayana*. 1986. N 3. P. 1—144.
21. Popov A.M. A new species of *Tempskya* from the Russian Far East // *Palaeobotanist*. 1998. Vol. 45. P. 259—263.
22. Tao J.-R., Zhang Ch.-B. Early Cretaceous angiosperms of the Yanji basin, Jilin province // *Acta Bot. Sinica*, 1990. Vol. 32, N 3. P. 220—229.

CRETACEOUS BIOTIC AND ABIOTIC EVENTS IN PRIMORIE (ALCHAN BASIN)

E.V. Bugdaeva, V.S. Markevich, E.B. Volynetz, G.L. Amelchenko, V.V. Golozubov, S.I. Nevolina

The interaction of biotic and abiotic processes during Cretaceous time was best pronounced in the Alchan Basin located at the boundary area between the temperate and subtropical zones. Any variations in geological and climatic conditions produced radical changes in the taxonomic composition of floristic assemblages. The Aptian fossil flora are characterized by great diversity, considerable proportion of warm elements, and maximum values of Cycadophytic index suggesting obvious trend to an increase in temperature. In the Sikhote-Alin region this time interval saw the largest transgression, marine biota being strongly influenced by the Tethyan ocean basin. In northwest Pacific region, the first Ocean Anoxic Event (OAE1) occurred in Aptian and Albian time and was recorded both in the ocean and epicontinental basins. The beginning of the Albian was marked by maximum transgression. The predominant biota of epicontinental basins was represented by bivalves (*Buchia* and *Inoceramus*) and ammonites typical of North-Pacific province. This suggests that the climate got colder. The diversity of terrestrial flora decreased, the participation of warm elements dropped, and values of Cycadophytic index reduced.