



На правах рукописи

ШУКЛИНА
Александра Сергеевна

Шукина

***ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО УГЛЕНОСНОГО БАСЕЙНА***

25. 00. 01. – общая и региональная геология

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Владивосток
2006

Работа выполнена в лаборатории палеоботаники
Биолого-почвенного института ДВО РАН

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук Маркевич Валентина Саввична

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук Седых Анатолий Константинович

кандидат геолого-минералогических наук Павлюткин Борис Иванович

Ведущая организация: Тихоокеанский океанологический институт ДВО
РАН им. В. И. Ильичева

Защита состоится « 19 » октября 2006 г. в 14 час на заседании
Диссертационного Совета Д-005.006.01 по защите диссертаций на соискание
учёной степени доктора геолого-минералогических наук при
Дальневосточном геологическом институте ДВО РАН по адресу: 690022,
г.Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159, факс: (4232) 317-847, e-mail:
fegi@online.marine.su

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДВО РАН.

Автореферат разослан « » августа 2006 г.

Учёный секретарь

Диссертационного Совета,

кандидат геолого-минералогических наук



Б.И. Семеняк

Введение

Актуальность исследования. На юге Приморья в раннемеловую эпоху происходило формирование наложенных впадин, с которыми связана промышленная угленосность. Проведение поисков угля основывается на детальном знании о строении и возрасте меловых отложений, а биостратиграфия мела Раздольненской впадины опирается, главным образом, на палеоботанические данные. Поэтому проводимые палинологические и палиностратиграфические исследования связаны с необходимостью детализации и уточнения региональной стратиграфической схемы, разрешениями разногласий в отношении корреляции и геологического возраста стратиграфических подразделений.

Цель и задачи исследования. Цель работы состоит в выявлении разнообразия и закономерностей развития меловой палинофлоры Раздольненского бассейна для проведения корреляции и уточнения геологического возраста стратиграфических подразделений, выявления палинологических критериев стратиграфических границ, реконструкции растительности и климатических изменений.

Были поставлены следующие задачи:

1. На современном уровне классификации дисперсных спор и пыльцы изучить таксономический состав меловой палинофлоры Раздольненского бассейна.

2. С использованием материалов по горным выработкам и буровым скважинам, охватывающим большую часть территории впадины, выявить стратиграфическую последовательность палинологических комплексов, уточнить их значение для геологической корреляции. Соотнести палинокомплексы Раздольненской впадины с таковыми региональных палинозон Востока Азии.

3. Реконструировать меловую растительность Раздольненской впадины по палинологическим данным с учетом материалов по остаткам ископаемых растений.

4. Определить влияние геологических и климатических событий на последовательность основных этапов эволюции флоры Раздольненской впадины в раннем мелу.

Фактический материал и методы исследования. В качестве материала для исследований методом спорово-пыльцевого анализа были использованы образцы из 4 горных выработок, а также образцы керн 13 скважин, пройденных во время поисково-съёмочных и поисково-оценочных работ Артемовской экспедиции, Треста Дальвостуглеразведка, Приморской поисково-съёмочной экспедиции.

Подготовка проб для спорово-пыльцевого анализа проводилась по общепринятой мацерационной методике А.А. Любер и И.Э. Вальц (Палеопалинология..., 1966). Мацерат во временных препаратах исследовался с помощью микроскопа МИКМЕД-1. Микрофотографии дисперсных спор и пыльцы получены на световом МБИ-15, а также

сканирующем электронном CAMSCAN и трансмиссионном электронном JEOL 5 микроскопах.

Определение видовой принадлежности дисперсных спор и пыльцы проводилось по морфологической классификации, разработанной Р. Потонье и Г. Кремпом (1954), которая была модифицирована, дополнена и уточнена последующими исследователями (Практическая стратиграфия, 1990).

Споры из спорангиев папоротника *Alsophilites nipponensis* из липовецкой свиты Липовецкого угольного карьера были извлечены методом переноса фитолеймы на лаковую пленку с последующей мацерацией в смеси Шульце и щелочи. Фитолейма изучена с помощью светового (Axioplan) и сканирующего электронного (CAMSCAN) микроскопов (ПИН РАН). Для изучения ультраструктуры спородермы содержимое нескольких спорангиев было заключено в смесь эпоксидных смол (Тельнова О.П., Мейер-Меликян Н.Р., 2002), ультрамикротомные срезы изучены на трансмиссионном электронном микроскопе JEOL 5 (кафедра высших растений МГУ).

Научная новизна. Значительно пополнен таксономический состав раннемеловой палинофлоры Раздольненского бассейна, насчитывающей 202 вида, 69 родов; впервые применены методы электронной микроскопии для изучения инситных спор и их сопоставления с дисперсными спорами; в соответствии с новыми данными проведена корреляция угленосных отложений, осуществлена привязка палинокомплексов к зональной палиностратиграфической шкале, дано палинологическое обоснование хроностратиграфических датировок свит и их частей с точностью до яруса и подъяруса; получены первые сведения о пространственной дифференциации растительных сообществ в пределах Раздольненского бассейна и их связи с угленакоплением. Определено влияние геологических и климатических событий на последовательность основных этапов эволюции флоры.

Практическая значимость. Предлагаемое автором обоснование возраста континентальных толщ Раздольненской впадины и, в частности, разграничение отложений нижнего, среднего и верхнего альба по палинологическим данным использовано при составлении региональной стратиграфической схемы меловых континентальных отложений Сихотэ-Алинской складчатой системы и Ханкайского массива, утвержденной на стратиграфическом совещании Дальневосточного РМСК в 2000 г. в г. Чите. Результаты исследований также использованы при выполнении палеоботанических разделов НИР «Динамика и закономерности эволюции биоты Востока Азии во времени», раздел Динамика разнообразия растительных сообществ Востока Азии по палеоботаническим данным; по грантам ДВО РАН № 19 "Палиностратиграфия нижнемеловых отложений Раздольненской впадины"; программы Президиума РАН («Научные основы сохранения биоразнообразия России» и «Происхождение и эволюция биосферы»), проекты № 04-1-П12-009 и №04-1-П25-053; № 05-1-П12-022 и № 05-1-П25-078.

Защищаемые положения 1. В палинофлоре баррема-раннего сеномана Раздольненского бассейна установлено 202 вида, принадлежащих

69 родам, из них 19 – папоротникообразным, 17 – хвойным, 1- цикадофитам, 9 родов – предковым цветковым. С помощью электронной микроскопии установлена принадлежность дисперсных спор циатеевых папоротников виду *Alsopillites nipponensis*, описанному по макроостаткам фертильных листьев.

2. Установлено семь бассейновых палинокомплексов сходных с таковыми шести палинозон, выделенных для Востока Азии в интервале от баррема до сеномана. Палинологически обоснован возраст серий и свит: усурйская свита– баррем; нижняя часть липовецкой свиты - ранний апт; верхняя часть липовецкой - поздний апт; нижняя часть галенковской свиты – ранний альб; верхняя часть галенковской – средний альб; нижняя часть коркинской серии – поздний альб; верхняя часть коркинской серии ранний сеноман.

3. Реконструирована растительность из углеобразующих долинных лесов (таксодиевые) и папоротниковых маршей (осмундовые, циатеевые, диксониевые), на склонах – хвойных и хвойно-гинкговых лесов с преобладанием семейства сосновых. Антракофильные сообщества максимально распространены в апте. В альбе, в связи с воздыманием Сихотэ-Алинского пояса, они ограничены, главным образом, южной частью бассейна. В альбе и начале сеномана, вследствие нисходящих поясных миграций, на первый план в палинологических комплексах выдвигаются склоновые доминанты. По этим данным установлено похолодание на рубеже раннего и позднего мела. Основные перестройки растительных сообществ в среднем альбе и раннем сеномане связаны с поднятием вулканических сооружений и их влиянием на климат.

Публикации и апробация работы. Полученные данные и выводы изложены в 11 статьях и 9 тезисах научных конференций. Основные положения работы обсуждались на стратиграфическом совещании Дальневосточного РМСК «Корреляция мезозойских континентальных образований Дальнего Востока и Восточного Забайкалья» в 2000 г., Чита; на II Международном симпозиуме «Эволюция жизни на Земле», Томск 2001 г.; на конференции-конкурсе молодых ученых Биолого-почвенного института, Владивосток, 2001 г.; на X Всероссийской палинологической конференции «Методические аспекты палинологии», Москва, 2002 г.; на симпозиуме «Phytogeography of Northeast Asia: task for the 21st century», Владивосток, 2003 г.; на III Международной научной конференции «Растения в муссонном климате», Владивосток, 2003 г.; на конференции-конкурсе молодых ученых Биолого-почвенного института ДВО РАН, Владивосток, 2003 г.; на II Всероссийском совещании «Меловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии», Санкт-Петербург, 2004 г.; на конференции «Ритмы и катастрофы в растительном покрове Дальнего Востока», Владивосток, 2004 г.; на I Всероссийской научной школе молодых ученых-палеонтологов «Современная Российская палеонтология: классический и новейший методы», Москва, 2004 г.; на V чтениях памяти А.Н. Криштофовича, Санкт-Петербург, 2004 г.; на Международном рабочем совещании «Происхождение и эволюция биосферы», Новосибирск, 2005 г.;

на XI Всероссийской палинологической конференции «Палинология: теория и практика», Москва, 2005 г.; на III Международном симпозиуме «Эволюция жизни на Земле», Томск, 2005 г.; на «9th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota», Манчестер (Великобритания), 2006 г.

Объем и структура работы. Диссертации состоит из введения, 6 глав, содержащих результаты исследования и их обсуждение, заключения и приложения (11 таблиц и 20 фототаблиц); имеет общий объем 214 страниц, 31 иллюстрации, 4 таблицы. В списке литературы 124 источника.

Благодарности. Автор признателен д.г.-м.н. В. С. Маркевич за обучение спорово-пыльцевому анализу, за предоставленные материалы, помощь и советы при исследованиях, а также к.г.-м.н. Е. В. Бугдаевой, проф., д.г.-м.н. В. А. Красилову, к.г.-м.н. Н. И. Блохиной, к.г.-м.н. А. В. Олейникову, д.г.-м.н. В. В. Голозубову, С. В. Коваленко, к.г.-м.н. М. В. Черепановой, Е. Б. Волынец, к.б.н. С. В. Полевой, к.б.н. С. С. Бариновой, Н. П. Домра, К. П. Новиковой.

Глава 1. История палинологической изученности меловых отложений юга Приморья

В Приморье первые палинологические исследования на основе эпизодического опробования были проведены Л.Г. Марковой в 1937 и А.И. Мячиной в 1944. В 1960-х годах в связи с внедрением палинологического метода в геологическую службу СССР О.В. Шугаевской, З.И. Вербицкой, В.С. Маркевич, М.А. Седовой, Н.А. Болховитиной и И.З. Котовой изучены палинокомплексы из меловых угленосных толщ Раздольненского и Партизанского бассейнов. Н.А. Болховитиной монографически описаны некоторые споры семейств Schizaeaceae (1961) и Gleicheniaceae (1968) из меловых отложений Приморья. О.В. Шугаевской изучена морфология некоторых видов спор и определена приуроченность палинокомплексов к отложениям различного литологического состава.

Весомый вклад в палиностратиграфию меловых отложений Дальнего Востока внесла В.С. Маркевич, начавшая свои исследования в 1960-х годах. Ею впервые выявлены палинокомплексы из фаунистически охарактеризованных отложений берриаса, валанжина, альба Приморья, которые с успехом используются в качестве палиностратиграфических эталонов. В результате изучения обширных палинологических материалов из мела Приморья, Буреинской впадины, Амурской области, Сахалина, Курильских островов Маркевич (1995) разработана палиностратиграфическая шкала из 14 региональных палинозон, последовательность которых охватывает весь разрез меловой системы Востока России от берриаса до датского яруса.

Палинофлора Раздольненского бассейна, состав которой в общих чертах был выявлен в результате предшествующих исследований, нуждается в ревизии в связи с новыми происходящими изменениями в классификации ископаемых спор и пыльцы. Как показали исследования, выполненные

автором под руководством В.С. Маркевич по материалам бурения, таксономическое разнообразие Раздольненской палинофлоры далеко не исчерпано. Не было проведено сопоставление дисперсных спор с инситуными (извлеченными из спорангиев), для чего требуются трудоемкие исследования по специальной методике. Проблема дифференциации растительности в пределах впадины могла быть поставлена только на соответствующем уровне палинологической изученности территории. Стратиграфические диапазоны отдельных палинокомплексов нуждались в уточнении. До сих пор не разрешены противоречия в корреляции и определении возраста угленосных толщ. Деление свит на подсвиты и толщи до сих пор не является общепринятым. Сохраняются разногласия по вопросу о нижней границе никанской серии в центральном районе, о границе угленосных отложений с вышележащей галенковской свитой и стратиграфических взаимоотношений последней с коркинской серией. Не сняты противоречия в отношении возраста свит (Красилов, 1967; Маркевич, 1995; Решения III и IV, 1982, 1991; Корреляция..., 2000), которые отчасти связаны с неравномерной и, в ряде случаев, недостаточной палинологической изученностью мелового разреза. В этой связи остро стоит проблема изохронных уровней, маркируемых палинологическими событиями, для интерпретации которых необходим анализ сопутствующих геологических и климатических изменений.

Глава 2. Геологическое строение и стратиграфия меловых отложений Раздольненского бассейна

2.1. Геологическая изученность

Раздольненский бассейн располагается в юго-западной части Приморского края и занимает обширную территорию от берега Амурского залива до среднего течения р. Раздольная. Общая площадь составляет около 5 000 км². Начало геологическому изучению бассейна положено Ф.Б. Шмидтом в 1868 г., Д. Л. Ивановым (1988 г.), Э.Э. Анертом (1909-1917 гг.). В 1930е – 1940е годы геологию и угленосность впадины изучали А.И. Козлов, И.П. Толмачев, А.Н. Криштофович, В.З. Скороход, Б.А. Виноградов, Г.Г. Туганов, М.М. Филькенштейн, И.А. Маркитантов. В 1947 г. А.И. Савченко составлена прогнозная карта угленосности 1: 200 000 масштаба. В дальнейшем материалы геолого-поисковых и разведочных работ изучали и систематизировали А.И. Савченко, В.Н. Яковлев, В.И. Васильев, А.М. Мудров, А.К. Седых, В.И. Подолян, Ю.Б. Евланов, А.А. Асипов, Ю.Е. Литвинов, А.Ф. Крамчанин, А.А. Вржосек, Б.И. Павлюткин, А.А. Изосов и Г.Л. Амельченко, Н.Г. Гонохова и другие геологи.

2.2. Геологическое строение

Фундамент меловой впадины сложен осадочными и магматическими образованиями палеозойского и раннемезозойского возраста. Нижнемеловые угленосные отложения несогласно залегают на размытой поверхности гетерогенного складчатого основания и представляют собой складчатую

структуру, состоящую из двух синклинорных прогибов (Константиновско-Липовецкого и Раздольненского) и антиклинорного поднятия (Корфовского). В северных и северо-западных районах отложения Константиновско-Липовецкого прогиба залегают на краевой части Ханкайского срединного массива. Центральная и южная части бассейна представляют собой - Раздольненский прогиб, в основании которого залегают триас-юрские отложения. Раздольненский и Константиновско-Липовецкий прогибы разделены Корфовским антиклинальным поднятием, основание которого сложено раннесилурийскими гранитоидами.

2.3. Стратиграфия меловых отложений

Никанская серия нижнего мела несогласно залегают на породах фундамента и перекрывается вулканогенно-осадочной, существенно красноцветной, коркинской серией. В основу стратиграфической схемы нижнемеловых отложений впадины положены представления о ритмичности осадко- и угленакопления. Никанская серия подразделена на уссурийскую, липовецкую и галенковскую свиты, каждая из которых соответствует крупному седиментационному циклу (Красилов, 1967; Корреляция..., 2000).

Уссурийская свита сложена конгломератами, аркозовыми и полимиктовыми песчаниками, алевролитами и содержит редкие прослои алевролитов и углей мощностью не более 0,5 м. В центральной части бассейна уссурийская свита (по данным бурения) залегают с размывом на песчаниках норийского возраста, с пачкой мелко-среднегалечных до крупногалечных и валунных конгломератов в основании. Выше разрез наращивается толщей ритмично переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов. Общая мощность свиты 480-500 м. По данным В.В. Голозубова (Голозубов и др., 1998), увеличение мощности свиты происходит по мере удаления от краевых частей бассейна к приосевым частям синклиналей, содержание грубообломочных пород в базальной пачке уменьшается.

Липовецкая свита залегают с местными размывами на уссурийской и сложена в нижней части преимущественно грубозернистыми песчаниками, гравелитами и мелкогалечными конгломератами, в верхней – песчаниками, алевролитами с прослоями аргиллитов и пластами углей. В центральной части бассейна свита имеет четыре ритма первого порядка по 70-100 м каждый. Верхняя граница свиты проводится по появлению зеленовато-серых туфогенных песчаников с прослоями плотных светло-желтых алевролитов, характерных для галенковской свиты.

В большинстве разрезов галенковская свита согласно, с постепенным переходом, залегают на липовецкой, но между ними отмечены локальные размывы. В верховьях р. Барабашевка базальные слои галенковской свиты залегают на позднепермских отложениях. В нижней и средней частях свиты содержатся прослои углистых аргиллитов и углей небольшой мощности. Одним из отличительных признаков галенковской свиты являются "узорчатые" песчаники с красновато-бурыми включениями гидроокислов железа. Вулканогенный материал представлен обломками андезитов,

риолитов, дацитов и вулканического стекла. В центральном районе мощность свиты около 230 м (Лымарь, 1953 г.).

Коркинская серия, завершающая разрез меловых отложений в Раздольненском угленосном бассейне, приурочена к центральной части бассейна, хотя отдельные выходы известны также в южной и юго-западной его частях. Наиболее полный ее разрез в бассейне р. Амба имеет мощность до 700 м и подразделяется на две толщи: нижнюю туфогенных песчаников, алевролитов и шоколадных сланцев (красноцветных аргиллитов) и верхнюю - конгломератов с прослоями туфогенных песчаников и вишневых алевролитов. В центральной части бассейна в нижней части разреза наблюдается увеличение грубозернистых пород, вплоть до валунных конгломератов с песчаным цементом (Кузнецов, 1962 г.).

Оценивая стратиграфическую изученность меловых отложений Раздольненского бассейна в целом, следует отметить, что трехчленное деление никанской серии прочно утвердилось и фациальная изменчивость ее подразделений, уссурийской, липовецкой и галенковской свит, в разных частях бассейна относительно хорошо изучена, но имеется много спорных вопросов и пробелов в изученности меловых отложений, многие из которых решены в данной работе.

Глава 3. Палинологическая характеристика меловых отложений Раздольненского бассейна

3.1. Палиноспектры

Установлены палиноспектры 88 проб из 4 горных выработок и керна 13 скважин. Сходные по таксономическому составу и количественному участию спектры объединены в комплексы.

3.2. Палинокомплексы

В меловом разрезе бассейна выделено семь последовательных палинологических комплексов (ПК), нижний из которых (УС) характеризует уссурийскую свиту, два последующих (ЛП1, ЛП2) – нижнюю и верхнюю подсвиты липовецкой свиты, галенковскую свиту (ГЛ1, ГЛ2) и коркинскую серию (КР1, КР2).

Палинокомплекс **ПК-УС** установлен из отложений уссурийской свиты. Для него характерно преобладание спор, главным образом за счет папоротников, близких к схизеевым (*Cicatricosisporites*, *Appendicisporites*, *Concavissimisporites*), циатеевым и диксониевым (*Cyathidites*, *Leiotriletes*) папоротникам. Среди голосеменных доминирует пыльца близких к араукариевым и таксодиевым. Характерные виды: *Baculatisporites comaumensis*, *Ceratosporites equalis*, *Cicatricosisporites multicostatus*, *Appendicisporites tricostatus*, *A. macrorhizus*, *Concavissimisporites variverrucatus*, *C. punctatus*, *Trilobosporites mirabilis*, *Verrucosisporites obscurolaesuratus*.

Палинокомплекс **ПК-ЛП1** установлен из отложений нижней части липовецкой свиты. Для него характерно: значительное участие и разнообразие спор *Gleicheniidites* (4 вида) и уменьшение роли пыльцы *Taxodiaceapollenites* среди голосеменных. Характерные виды: *Gleicheniidites circinidites*, *Lophotriletes babsae*.

Палинокомплекс **ПК-ЛП2** установлен из отложений верхней части липовецкой свиты. Для него характерно: появление *Appendicisporites kasachstanicus*, *Rouseisporites radiatus*, доминирование близких к циатеевым и диксониевым, схизеевым, глейхениевым. Характерные виды: *Appendicisporites kasachstanicus*, *Rouseisporites radiatus*.

Палинокомплекс **ПК-ГЛ1** установлен из отложений нижней части галенковской свиты. Для него характерно: значительное участие *Laevigatosporites*. Главная особенность комплекса – появление пыльцы первых покрытосеменных. Характерные виды: *Clavatipollenites incisus*, *Tricolpites vulgaris*, *T. variabilis*, *Retitricolpites* sp.

Палинокомплекс **ПК-ГЛ2** установлен из отложений верхней части галенковской свиты. Для него характерно: таксономическое разнообразие спор, среди которых также, как и в раннем альбе, доминируют *Laevigatosporites*; значительно участие *Taxodiaceapollenites*. Возрастает разнообразие покрытосеменных, появляется *Asteropollis asteroides*, *Rousea subtilis*.

Палинокомплекс **ПК-КР1** установлен из отложений нижней части коркинской серии. Для него характерно: возрастание роли покрытосеменных, среди спор доминирование *Laevigatosporites*. Характерные виды: *Tricolpites microminus*, *Fraxiniopollenites variabilis*, *Rousea delicipollis*.

Палинокомплекс **ПК-КР2** установлен из отложений верхней части коркинской серии. Для него характерно: доминирование пыльцы голосеменных и возрастание разнообразия покрытосеменных, среди которых появляется пыльца морфотипов *Triporopollenites* sp., *Tricolporopollenites* sp.

Глава 4. Корреляция с региональной палиностратиграфической шкалой

По характерным таксонам, с учетом их появления и исчезновения, устанавливается сходство установленных нами палинокомплексов из меловых отложений Раздольненского бассейна с таковыми палинозон III, IV, V, VI, VII и VIII региональной палиностратиграфической шкалой В.С. Маркевич (1995).

Палинокомплекс **ПК-УС** обнаруживает наибольшее сходство с зональным комплексом III, *Appendicisporites macrorhysus* – *Trilobosporites mirabilis*, которое определяется преобладанием спор, главным образом за счет близких к схизеевым *Appendicisporites*, *Cicatricosporites*, *Concavissimisporites*, значительном участии спор близких к циатеевым и диксониевым (*Leiotriletes*). Общими с зональным комплексом являются *Trilobosporites mirabilis*, *Verrucosporites obscurolaesus*, *Appendicisporites*

tricostatus, *Concavissimisporites verrucatus*, *Cicatricosisporites tersus*, *C. multicostatus*, *Laevigatosporites ovatus*, *Ceratosporites equalis*, *Baculatisporites comaumensis*.

Палинокомплекс ПК-ЛП1 сопоставим с зональным комплексом IV, *Rouseisporites laevigatus* – *Gleicheniidites* по доминированию и разнообразию спор близких к глейхениевым, при значительном участии циатеевых и схизеевых, а также по характерным видам *Gleicheniidites circiniidites*, *Plicifera delicata*, *Lophotriletes babsae*, *Osmundacidites wellmanii*, *Rouseisporites laevigatus*, *R. triangularis*.

Палинокомплекс ПК-ЛП2 отличается появлением *Appendicisporites kasachstanicus*, *Rouseisporites radiatus* и доминированием близких к циатеевым, диксониевым и глейхениевым, что сближает его с зональным комплексом IV, *Rouseisporites laevigatus* – *Gleicheniidites*, для которого характерны *Appendicisporites kasachstanicus* и *Rouseisporites radiatus*. В то же время, отличия ПК-ЛП2 от предшествующего комплекса ПК-ЛП1 в составе той же палинозоны указывает на возможность разделения последней на две более дробные.

Палинокомплекс ПК-ГЛ1 характеризуется доминированием *Laevigatosporites* и появлением пыльцы покрытосеменных *Clavatipollenites incisus*, *Tricolpites* (*T. vulgaris*, *T. variabilis*) и *Retitricolpites*. По этим признакам ПК-ГЛ1 сопоставим с зональным комплексом V, *Coptospora paradoxa* – *Tricolpites*.

Палинокомплекс ПК-ГЛ2 сходен с комплексом палинозоны VI, *Rouseisporites reticulatus* – *Asteropollis asteroides*. Их объединяет обилие спор *Laevigatosporites* и пыльцы *Taxodiaceapollenites*, увеличения количественного участия и разнообразия покрытосеменных. Общие характерные таксоны с зональным комплексом: *Baculatisporites comaumensis*, *Klukisporites visibilis*, *K. foveolatus*, *Taurocusporites reduncus*, *Rouseisporites reticulatus*, *R. laevigatus*, *Kuylisporites lunaris*, *Laevigatosporites ovatus*, *Clavatipollenites hughesii*, *Tricolpites* spp., *Retitricolpites vulgaris*, *Asteropollis asteroides*.

Для палинокомплекса ПК-КР1 сходство с комплексом палинозоны VII, *Selaginella kemensis* – *Tricolpites micromunus* устанавливается по доминированию *Laevigatosporites* наряду с появлением среди покрытосеменных *Tricolpites micromunus*, *Fraxiniopollenites variabilis*, *Rousea delicipollis*. Общие таксоны с зональным комплексом: *Densoisporites corrugatus*, *Ceratosporites pocockii*, *C. equalis* а также *Tricolpites micromunus*, *Fraxiniopollenites variabilis*, *Rousea delicipollis*.

Палинокомплекс ПК-КР2 сходен с зональным комплексом VIII, *Gnetaceapollenites multicostatus* - *Tricolporopollenites* по увеличением количественного участия и видового разнообразия покрытосеменных, появлением трехбороздно-поровых форм.

Корреляционное значение палинокомплексов определяется соответствием естественным этапам развития седиментационных бассейнов и растительности. Основным вектором флорогенеза в галенковское –

коркинское время было увеличение морфологического разнообразия пыльцы покрытосеменных, причем такие события, как появление видов продуцировавших трехбороздного и затем трехбороздно-поровой морфотипов определяют уровни для межрегиональной корреляции.

Геологический возраст меловых отложений Раздольненского бассейна принимается в соответствии с датировками палинозон, с комплексами которых они соотнесены. По этим данным, меловое осадконакопление развивалось в пределах возрастного интервала баррем – сеноман (рис. 1). Последовательные палинокомплексы и свиты (части свит), которые они характеризуют, отнесены к следующим интервалам хроностратиграфической шкалы (табл. 1): ПК-УС, уссурийская свита - баррем; ПК-ЛП1, нижняя часть липовецкой свиты - ранний апт; ПК-ЛП2, верхняя - поздний апт; ПК-ГЛ1, нижняя часть галенковской свиты - ранний альб; ПК-ГЛ2, верхняя – средний альб; ПК-КР1, нижняя часть коркинской серии - поздний альб, ПК-КР2, верхняя часть – ранний сеноман.

Глава 5. Растительность и климат

5.1. Основные черты растительности

В пределах субтропической зоны, к которой относится большая часть Приморского края, районы, прилегающие к Тихоокеанскому побережью, отнесены В.А. Красиловым (1999) к подзоне влажнохвойных лесов. Угольные бассейны Южного Приморья попадают в эту подзону. Ее особенность заключается в исключительно высоком таксономическом разнообразии хвойных лесов и широком развитии папоротникоцикадофитовых речногодолинных и водно-болотных сообществ открытого типа.

5.2. Краткий обзор обстановок осадконакопления

Реконструкции палеорельефа для Раздольненского бассейна были проведены А. М. Мудровым (1960), И.И. Шарудо (1965), В.А. Красиловым (1967), З.И. Вербицкой (1965), Б.М. Штемпелем (1965), В.В. Голозубовым (Голозубов и др., 1998).

В барремском веке реконструируется образование небольших изолированных впадин, которые заполнялись отложениями озер и временных потоков. В апте- альбе, в результате прогрессирующего опускания территории бассейна, происходит выравнивание рельефа и соединение впадин в одну, простирающуюся с юго-запада на северо-восток. Торфонакопление приурочено к водно-болотным фациям речногодолинного комплекса; в прибортовой части впадины накапливались пролювиально-аллювиальные отложения. Изменения ландшафтов в позднем альбе - начале сеномана связаны с тектонической активизацией и образованием поднятия на юго-востоке, в районе полуострова Муравьева-Амурского. Наличие пеплового материала в центральной и юго-западной частях впадины свидетельствует о вулканической активности. Вблизи крупного разлома,

ограничивающего бассейн с запада, формировалась система надвигов восток-северо-восточного простирания. Относительно поднятые фронтальные части надвигов представляли собой в это время область размыва или накопления аллювиально-пролювиальных отложений сокращенной мощности (Ханчук и др, 1995; Голозубов и др., 1998).

5.3. Сравнение палинологических и макрофлористических комплексов

Установлено, что в палинофлоре, растительность значительного региона отражена в полном объеме, поскольку споры и пыльца поступают вместе с осадочным материалом из областей сноса. Вместе с тем, захоронение спор и

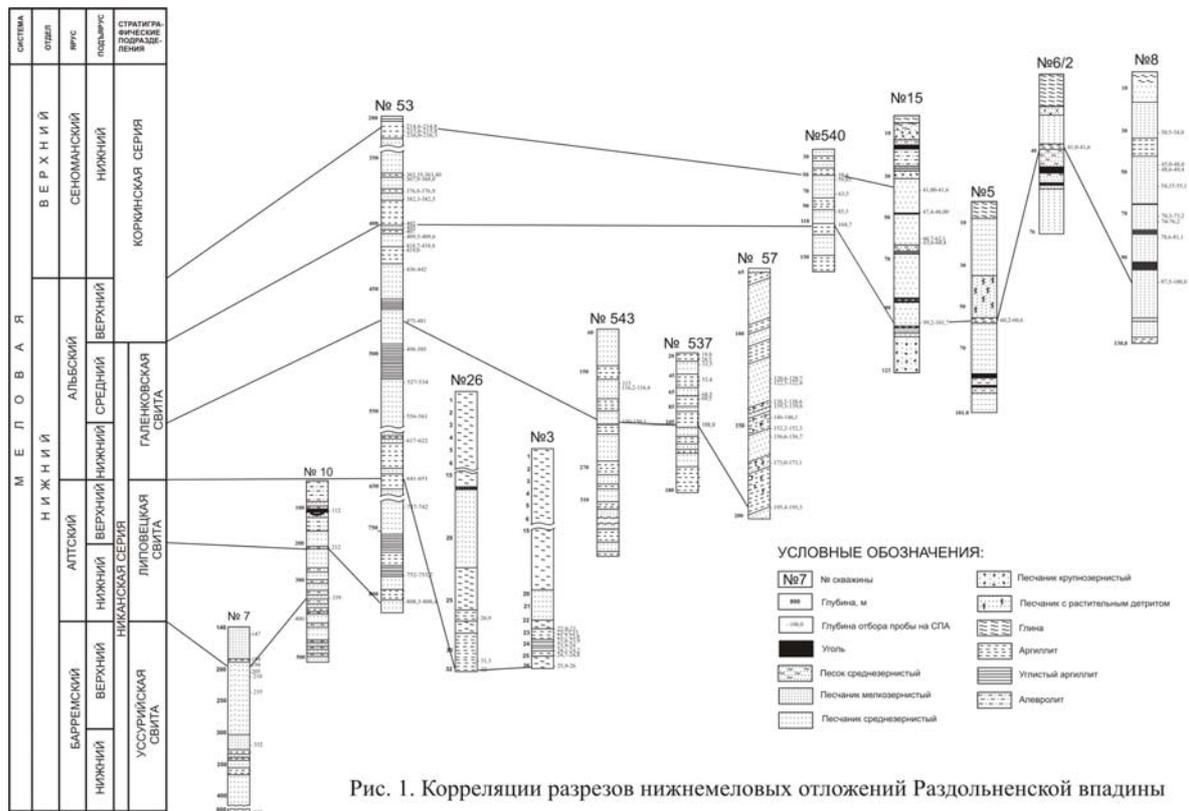


Рис. 1. Корреляции разрезов нижнемеловых отложений Раздольненской впадины

система	отдел	ярус	подъярус	Раздольненская впадина	палинокомплексы	палинозоны
Меловая	верхний	сеноманский	верхний			VIII Gnetaceaepollenites multicostatus – Tricolporopollenites
			нижний	коркинская серия (верхняя часть)	КР2	
	нижний	альбский	верхний	коркинская серия (нижняя часть)	КР1	VII Selaginella kemensis– Tricolpites micromunus
			средний	галенковская свита (верхняя часть)	ГЛ2	VI Rouseisporites reticulatus - Asteropollis asteroides
			нижний	галенковская свита (нижняя часть)	ГЛ1	V Coptospora paradoxa-Tricolpites

	аптецкий	верхний	липовецкая свита	ЛП2	IV Rouseisporites laevigatus - Glicheniidites
		нижний		ЛП1	
	барремский	верхний	уссурийская свита	УС	III Appendicisporites macrorhizus- Trilobosporites mirabilis
		нижний			

Табл. 1. Палиностратиграфическая схема меловых отложений Раздольненской впадины

пыльцы носит избирательный характер в связи с различной способностью к переносу и неодинаковой устойчивостью спорополлениновых оболочек к механическим или химическим воздействиям (Schopf, 1964; Романовская, Табачникова, 1966; Красилов, 1972; Хлонова, 1974). Растительные остатки захороняются, как правило, *in situ*, отражая растительность в пределах места осадконакопления. В связи с этим важно, при реконструкции растительности использовать не только палинологические данные, но и макрофлористические.

Для проведения сравнения, автором использованы данные по таксономическому составу флоры В.А. Красилова (1965, 1967), в последние годы дополненные Е.Б. Волюнец (2005).

В целом, как по палинологическим данным, так и по макрофлористическим, устанавливается численное преобладание папоротников и хвойных в течение временного интервала - от баррема до раннего сеномана включительно. Вместе с тем, по палиносpectрам устанавливается неуклонное снижение количественного участия папоротников от позднего апта к раннему сеноману, по-видимому, отражающее сокращение папоротниковых маршей как основной торфообразующей растительной формации в Раздольненском бассейне. Одновременно с этим возрастает количественное участие хвойных, достигающее наибольших значений в раннем сеномане, что может свидетельствовать как об экспансии лесной растительности на территории бассейна, так и об увеличении роли аллохтонной пыльцы в спектрах, поступающей из ее обрамления. По макрофлористическим данным эти закономерности выражены менее отчетливо.

Вместе с тем, макрофлористические данные гораздо точнее отражают динамику цикадофитового компонента, плохо представленного в палинологических спектрах (как современные саговниковые, мезозойские цикадофиты были, по большей степени, насекомопыляемыми, а, как известно, содержание пыльцы насекомопыляемых растений систематически занижено в палиносpectрах (Красилов, 1972). Довольно ровное в течение баррема-апта содержание цикадофитов резко падает в среднем альбе, на уровне появления макроостатков покрытосеменных, и затем еще больше сокращается в течение позднего альба. По палинологическим данным они не

улавливаются, поскольку дистально-однобороздная пыльца, как мы уже отмечали, принадлежит, в основном, гинкговому. Пики ее содержания в середине альба и особенно в раннем сеномане свидетельствуют об увеличении роли этой группы растений, которая в раннемеловую эпоху входила в состав основных лесообразователей плакорных растительных формаций.

Рассматривая процесс вхождения покрытосеменных в растительные сообщества и их развитие, следует отметить, что их первое появление происходило на фоне сокращения папоротникового компонента (по палинологическим данным) и цикадофитового компонента (по макрофлоре). В то же время увеличение количественного участия покрытосеменных в раннем сеномане происходит на фоне возрастания роли гинкговых и сосновых.

5.4. Изучение спор из спорангиев *Alsophyllites nipponensis* (Oishi) Krassilov

Связь между макро- (отпечатки листьев) и микрофоссилиями (споры) растений достоверно устанавливается для папоротников путем сопоставления часто сохраняющихся инситных (извлеченных из спорангиев) и дисперсных (извлеченных из породы) спор. К сожалению, гладкие трилетные, лишенные периспория, споры папоротников из различных семейств довольно однообразны по своей морфологии и не всегда могут быть распознаны на дисперсном материале. Нами из Липовецкого местонахождения изучены в световом, электронном сканирующем и трансмиссионном микроскопах инситные споры доминирующего вида углеобразующих сообществ Раздольненской впадины *Alsophyllites nipponensis* (Oishi) Krassil. Показано, что электронная микроскопия существенно расширяет набор диагностических признаков, как за счет микроморфологии, так и в результате ультраструктурных исследований. По сравнению со световой, сканирующая электронная микроскопия дает гораздо более точное представление о микроморфологии проксимальной, дистальной и латеральной поверхностей, при этом проявляется значение признаков, практически не учитываемых на уровне световой микроскопии. Ультраструктура экзоспория, в которой выделяются тонкий внутренний и массивный внешний слой, имеет определенное значение для систематики этих папоротников, допуская сопоставление с соответствующим образом изученными современными видами. Изучение спектра дисперсных спор из тех же отложений показало, что споры, относимые к формальному роду *Syathidites*, аналогичны инситным спорам *Alsophyllites nipponensis* и, по-видимому, принадлежат этому виду углеобразующих папоротников. В дальнейшем предполагается расширение такого рода исследований как перспективных при установлении родства дисперсных спороморф с инситными из спорангиев папоротников и при реконструкции растительности.

5.5. Реконструкция растительности Раздольненского бассейна и его обрамления

Для разграничения плакорных и низинных сообществ, а среди последних – торфообразующих и неторфообразующих, использован комплекс тафономических признаков, таких как частота встречаемости (выше у элементов плакорной растительности), обилие (выше у доминирующих форм речной долины и вечно-болотной растительности), приспособления к транспортировке (скульптура, воздушные мешки), а также сопоставление с близкими современными формами. При этом данные по макрофлоре и палинологическим спектрам взаимно дополняют друг друга.

Реконструированы основные речной долины и плакорные растительные сообщества, динамика которых отражена в смене палинокомплексов. В речной долине растительности, по палинологическим данным и макрофлоре, преобладали папоротниково-цикадофитовые сообщества открытого типа и затопляемые таксодиевые леса, их соотношение изменялось в связи с изменением рельефа и заболачиванием. Сложную проблему представляет разграничение речной долины и плакорных элементов среди продуцентов мешковой пыльцы, которая переносится на большие расстояния водными и воздушными потоками и нередко в больших количествах встречается в аллохтонных комплексах. Тем не менее, данные по фацальной приуроченности мешковой пыльцы, относительно редкой в спектрах торфообразующих (антракофильных) сообществ Раздольненского бассейна, свидетельствуют о ее принадлежности плакорным лесным сообществам. Дистально-однобороздная пыльца гинкговых в субтропической зоне также по большей части представляет плакорную растительность.

В барреме (ПК-УС) развитие растительных сообществ происходит на фоне погружения и заполнения впадины кластическим материалом. С этим связано значительное участие пыльцы склоновых сообществ (араукариевые леса), возможно также обилие крупных скульптурированных спор (*Cicatricosisporites*, *Appendicisporites*), переносимых водными потоками. В речной долине преобладают торфообразующие папоротниковые (циатеевые) болота и таксодиевые леса или болотистые редколесья.

Аптские палинокомплексы (ЛП1, ЛП2) отражают развитие процессов заболачивания, замещение затопляемых таксодиевых лесов торфообразующими папоротниковыми маршами. В плакорных лесах возрастает роль продуцентов мешковой пыльцы, близких к сосновым, изредка встречались гинкговые.

Раннеальбский палинокомплекс ПК-ГЛ1 знаменует начало нового этапа развития растительности. Торфообразующие сообщества из циатеевых, матониевых, глейхениевых папоротников утратили свою доминирующую роль. Влажные местообитания занимали, главным образом, неторфообразующие таксодиевые леса. Увеличилась роль гинкговых. На этом фоне появляются редкие покрытосеменные. В среднем (ПК-ГЛ1) и

позднем (ПК-КР1) альбе распространение покрытосеменных носит мозаичный характер: наряду с сообществами, в которых покрытосеменные играют заметную роль и представлены несколькими видами, встречались такие, где их не было вообще.

Состав раннесеноманской растительности (ПК-КР2) значительно обедняется. Происходит дальнейшее сокращение папоротниковых и араукариево-подокарповых сообществ мезозойского облика. Увеличение роли двумешковой пыльцы, принадлежащей сосновым склоновым растительным формациям, и дистально-однобороздной гинкговым, возрастание разнообразия покрытосеменных может свидетельствовать о смещении растительных поясов с возвышенностей в низины, с чем связано увеличение доли их пыльцы в палиноспектрах.

Дифференциация растительности в пределах впадины реконструируется по количественному участию некоторых таксонов, отражающих определенные условия местообитаний, в центральной (Уссурийск), юго-западной (Барабаш), северной (северо-восточная часть - р. Белая, северо-западная – Липовецкое месторождение) частях Раздольненского бассейна:

Явные различия наблюдаются в участии *Osmundacidites* (при значительном - 22,5% на юге, малом - 1,2% на севере и отсутствии в центральной части) и *Laevigatosporites* (обратные соотношения), что связано с относительным развитием болотных и суходольных папоротниковых сообществ, в свою очередь отражающих повышение и увеличение контрастности рельефа к северо-востоку. Этим же объясняется заметное увеличение количественного участия двумешковой пыльцы и *Ginkgocycadophytus* в северо-восточной части впадины, где уже ощущается влияние воздымающихся вулканических структур. Заметное участие склоновых доминантов свидетельствует о развитой поясности растительного покрова.

В позднем альбе наиболее значимое отличие северо-восточной, центральной и юго-западной частей впадины заключается в участии пыльцы таксодиевых - незначительном в северо-западной и центральной частях (5,6 и 3,1% соответственно) и возрастающем к юго-западу (до 15,4%). Это очевидное свидетельство выполаживания рельефа и развития здесь затопляемых речных долинных и приозерных биотопов с характерной для них растительностью.

Таким образом, дифференциация растительности по палинологическим данным потенциально важна для геоморфологических реконструкций. В частности, по этим данным, к западу от мелового поднятия на месте п-ва Муравьева-Амурского устойчиво сохранялась озерная впадина, возникшая еще в барремском веке (Шарудо, 1965).

5.6. Климатические события

Развитие торфообразующих речных долинных и водно-болотных сообществ - папоротниковых и цикадофитовых маршей – связано как с

эволюцией климата, так и с изменением рельефа, выполаживанием впадины, заболачиванием низменных пространств. Термофильность доминирующих папоротникообразных из семейств *Gleicheniaceae*, *Cyatheaceae*, и *Dicksoniaceae* подтверждается не только сопоставлением с современными представителями тех же семейств, но также их распространением в юре и раннем мелу, которое ограничивается в основном, зоной тропического и субтропического климата (Красилов, 1972, 1985; Хлонова, 1974; Srivastava, 1976; Маркевич, 1995).

Как показано на рис. 2, участие глейхениевых (кривая 1) в барремское время относительно невелико. Максимального значения они достигают в раннем апте, затем их содержание резко падает в раннем альбе и до конца этого века, остается низким, незначительно возрастая в раннем сеномане. Содержание циатеевых и диксониевых (кривая 3) постепенно возрастает, достигая максимального значения в позднем апте (в среднем 31,6%), затем плавно сокращается в течение альба (19,3 – 26,6%) и резко – в раннем сеномане (12,9%), лишь незначительно увеличиваясь в позднем альбе.

Очевидно, эти древовидные папоротники предпочитали более влажные условия, чем гелиофильные глейхениевые. Кривые количественного участия глейхениевых и схизеевых находятся в противофазе, поскольку последние отчасти связаны с лесной растительностью (листовые лианы), развитие которой на территории впадины определялось рельефом и эдафическими факторами.

Сокращение участия термофильных папоротников в альбе объясняется как ограничением пространственного распространения папоротниковых

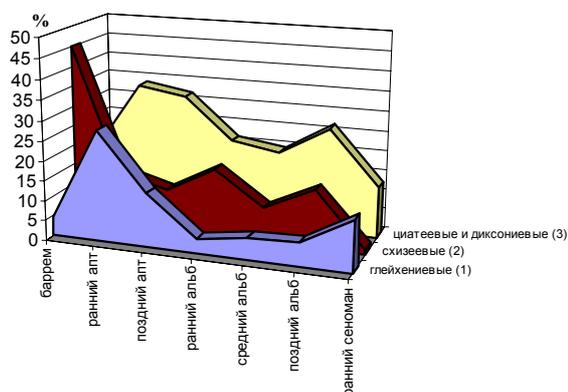


Рис. 2 . Участие теплолюбивых папоротникообразных

- глейхениевые (1)
- схизеевые (2)
- циатеевые и диксониевые (3)

формаций, выпадением их торфообразующего компонента, так и резким обеднением их таксономического состава. Эта тенденция сохраняется в раннем сеномане, хотя некоторое увеличение содержания глейхениевых может указывать на более сухой климат. Альбский пик спор *Laevigatosporites*, включающей как теплолюбивые, так и теплоумеренные компоненты, может быть связан с воздействием вулканизма, поскольку в

вулканических областях и сейчас наблюдается зарастание папоротниками свежевывавших пеплов.

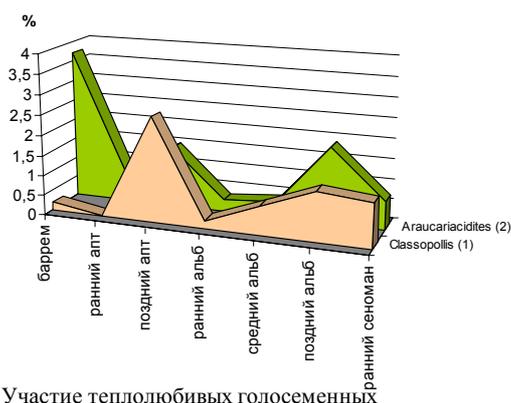


Рис. 3 Участие теплолюбивых голосеменных

- Classopollis (1)
- Araucariacidites (2)

Кривые количественного участия наиболее теплолюбивых голосеменных – араукариевых и хейролепидиевых (рис. 3) практически совпадают, свидетельствуя о похолодании в раннем альбе и затем в начале сеномана. Относительно высокое содержание пыльцы араукариевых в барремском комплексе, совпадающее с пиком схизеевых папоротников, можно отнести за счет расчлененного рельефа на стадии формирования угленосных прогибов и близости поросших араукариевыми лесами склонов к областям осадконакопления. Аналогичные ситуации возникали, вероятно, в связи с орогенными процессами в позднем апте и позднем альбе, но затем теплолюбивые араукариевые практически исчезли из числа склоновых доминантов.

Начиная с позднего апта, основную роль играют сосновые - наиболее умеренные по температурным предпочтениям среди меловой растительности резко увеличивают свое количественное участие в палинокомплексе раннего сеномана (до 25,6% по сравнению с 0,7 – 14,7% в течении апта и альба), скорее всего, в связи с нисходящей миграцией высотных поясов растительности, приблизившей пояс продуцентов мешковой пыльцы к области осадконакопления.

Таким образом, на палинологическом материале впервые обосновано существенное изменение климата на рубеже альба и сеномана, выразившееся в резком увеличении количественного участия мешковой пыльцы склоновых доминантов из числа сосновых и гинкговых в связи с нисходящей миграцией высотных поясов растительности. На эту общую тенденцию накладывались региональные климатические изменения, связанные с воздыманием вулканических сооружений и образованием в их тылу «дождевой тени» - резкого сокращения летних атмосферных осадков. Климатически обусловленная перестройка растительных сообществ в альбе и раннем сеномане способствовала вхождению покрытосеменных растений в сообщества мезозойского типа и быстрому росту их разнообразия.

Стратиграфический диапазон палинофлоры Раздольненской впадины, баррем – ранний сеноман, охватывает события, связанные с коренной перестройкой растительных сообществ. Многие исследователи считают события середины мела завершением мезофита и началом новой эры эволюции растительного мира – кайнофита (Вахрамеев, 1981, 1984). В разных регионах смены растительных сообществ могли быть не одновременными, однако детальность стратиграфических данных не всегда достаточна для надежной корреляции среднемеловых событий. В связи с этим большое значение приобретают региональные исследования, позволяющие уточнить хронологию флорогенетических событий и сопоставить их с геологически документированными изменениями среды.

Согласно экосистемной теории эволюции (Красилов, 1969, 1997; Жерихин, 1987), в устойчиво развивающихся экосистемах изменение биологического разнообразия происходит, главным образом, за счет дробления экологических ниш и увеличения числа морфологически близких видов без разрыва морфологических дистанций, существенного роста числа надвидовых таксонов. Этот процесс назван когерентной эволюцией. В результате воздействий, нарушающих устойчивость природных экосистем, происходит сокращение биологического разнообразия, возникают вакантные экологические ниши, которые заполняются в результате иммиграции или автохтонного формообразования. При этом морфологические дистанции между видами возрастают, достигая уровня надвидовых таксонов. Эволюция приобретает некогерентный характер.

Таким образом, о характере протекающих в бассейновых экосистемах флорогенетических процессов можно, в первом приближении, судить по двум количественным показателям: 1) соотношении появления и исчезновения видов и 2) сопоставлении динамики разнообразия на видовом и надвидовом уровнях. Для раннемеловой – сеноманской флоры Раздольненской впадины соответствующие показатели представлены на рис. 4, где отражены также тренды динамики этих показателей, характеризующие тенденции развития видового и родового разнообразия. Вытекающие из этих данных и построения закономерности заключаются в следующем.

Пропорциональный рост видового и родового разнообразия в течение апта отражает становление структуры растительных сообществ и когерентный ход эволюции. В раннем альбе произошел скачок появления видов при относительно низких темпах вымирания, что позволяет говорить о росте разнообразия на видовом уровне. Пропорциональность между изменением разнообразия на видовом и родовом уровнях лишь незначительно нарушена, показывая, что развитие входит в некогерентную фазу.

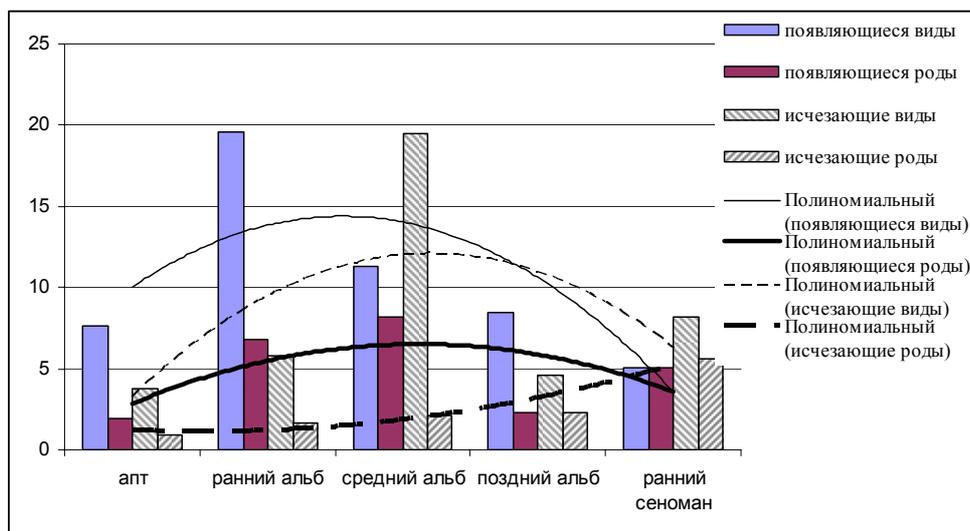


Рис. 4 Соотношение появления и исчезновения таксонов в раннемеловой палинофлоре Раздольненского бассейна

В середине альба отмечается максимум исчезновения видов, не компенсированный их появлением. Ситуация интересна тем, что пик появления родов приходится на это же время. Следовательно, при относительно низких темпах видообразования (а также внедрения видов извне), морфологические дистанции между возникающими видами и их предковыми формами (а также между внедряющимися видами и резидентами бассейновых сообществ) были разорваны до такой степени, что в таксономическом плане воспринимались как появление надвидовых таксонов. Эволюция приобрела ярко выраженный некогерентный характер, рост биологического разнообразия происходил за счет макроэволюционных изменений. В среднем альбе наиболее отчетливо выражены нарушения растительных сообществ, связанные с климатическими и вулканическими воздействиями.

Происходящее в позднем альбе снижение темпов как появления, так и исчезновения таксонов может свидетельствовать о стабилизации системы растительных сообществ после среднеальбской перестройки, выдвигении на первый план компонентов, лучше приспособленных к условиям стресса. Тем не менее, продолжается некомпенсированное сокращение разнообразия на родовом уровне, вероятно, за счет выпадения реликтовых монотипных родов, переживших кризис, но исчезнувших вскоре после него.

В раннем сеномане темпы появления родов возросли на фоне сокращения видового разнообразия, что можно объяснить появлением почти исключительно монотипных родов, не дававшего существенного прироста разнообразия видов. Эти процессы связаны, главным образом, с входжением в растительные сообщества покрытосеменных растений и их диверсификацией на макроэволюционном (в таксономическом плане – надвидовом) уровне.

На территории Забайкалья, Монголии и Северного Китая пыльца и единичные макрофоссилии цветковых растений появляются в позднем неокоме – апте (Вахрамеев, Котова, 1977) в составе своеобразных околородных сообществ, в которых заметную роль играли гнетовые и другие

близкие к покрытосеменным группы – проангиоспермы (Krassilov, Bugdaeva, 1999, 2000). Эти сообщества пришли на смену папоротнико-цикадофитовым маршам, которые были широко распространены на территории центральной Азии в юре и начале мела, но пришли в упадок. Относительно позднее появление покрытосеменных на Тихоокеанском побережье, вероятно, объясняется длительным переживанием здесь мезозойского типа папоротнико-цикадофитовой формации. В Раздольненском бассейне еще очень редкие покрытосеменные появляются в самом начале альбской перестройки системы мезозойских растительных сообществ. Дальнейший рост количественного участия и разнообразия пыльцы покрытосеменных приходится на основную фазу перестройки и перехода от когерентного к некогерентному развитию в среднем альбе. После незначительного сокращения, связанного с частичной регенерацией мезозойского типа сообществ в позднем альбе, значение покрытосеменных снова возрастает в начале сеноманского века. Этот новый этап связан с резким увеличением количественного участия пыльцы сосновых и гинкговых – доминантов склоновых растительных формаций. Возможно, флористические изменения связаны с глобальным событием, фиксируемым на границе альба-сеномана. В Сихотэ-Алиньском регионе оно отразилось в крупной структурно-тектонической перестройке выразившейся в смене геодинамических режимов и резко усилившейся вулканической активности.

Заключение

1. В 88 палиноспектрах из меловых отложений Раздольненской впадины установлено 202 палиноморфологических таксона, связываемых с мохообразными (11 родов), папоротниками (19 родов), цикадофитами и гинкговыми, хвойными (17 родов), гнетовыми и покрытосеменными (9 родов).

2. С помощью электронной микроскопии установлена принадлежность дисперсных спор циатеовых папоротников виду, описанному по макроостаткам фертильных листьев.

3. В результате детального анализа таксономического состава палиноспектров и количественного участия таксонов выделено семь последовательных палинокомплексов от баррема до раннего сеномана, соотнесенных с таковыми шести палинозон региональной палиностратиграфической шкалы, разработанной для Востока Азии: ПК-УС, уссурийская свита - баррем; ПК-ЛП1, нижняя часть липовецкой свиты - ранний апт; ПК-ЛП2, верхняя - поздний апт; ПК-ГЛ1, нижняя часть галенковской свиты - ранний альб; ПК-ГЛ2, верхняя – средний альб; ПК-КР1, нижняя часть коркинской серии - поздний альб, ПК-КР2, верхняя часть – ранний сеноман.

4. Реконструированы основные речнодолинные и плакорные растительные сообщества, динамика которых отражена в смене палинокомплексов. В речнодолинной растительности, по палинологическим

данным и макрофлоре, преобладали папоротниково-цикадофитовые сообщества открытого типа и затопляемые таксодиевые леса, их соотношение изменялось в связи с развитием рельефа и заболачиванием. Устанавливается сокращение торфообразующей папоротниковой формации от апта к сеноману. Одновременно с этим возрастает количественное участие мешковой пыльцы хвойных, достигающее наибольших значений в раннем сеномане. Этот показатель может свидетельствовать как об экспансии лесной растительности на территории впадины, так и об увеличении роли аллохтонной пыльцы, поступающей из ее обрамления.

5. Дифференциация альбской растительности выразилась в участии *Osmundacidites* (22,5% на юго-западе впадины при незначительном на севере) и *Laevigatosporites* (обратные соотношения) папоротников, что связано с повышением и увеличением контрастности рельефа к северу. В позднем альбе высокое содержание пыльцы таксодиевых (до 15,4%) свидетельствует о выполаживании рельефа и развитии речных долинных и приозерных биотопов на юго-западе впадины.

6. Первое появление покрытосеменных происходило одновременно с сокращением папоротникового компонента (по палинологическим данным) и цикадофитового компонента (по макрофлоре). В то же время увеличение количественного участия покрытосеменных в раннем сеномане происходит на фоне возрастания роли гинкговых и сосновых, представляющих плакорные сообщества.

7. Содержание термофильных элементов в целом возрастает от баррема к апту (климатический оптимум) и затем снижается в течении альба и раннего сеномана. Относительно высокое содержание пыльцы араукариевых в барремском комплексе, совпадающее с пиком схизеевых папоротников, можно отнести за счет расчлененного рельефа на стадии формирования впадины. Аналогичные ситуации возникали, вероятно, в связи с орогенными процессами в позднем апте и позднем альбе, но затем эта теплолюбивая группа практически исчезла из числа склоновых доминантов. Альбский пик спор *Laevigatosporites* может быть связан с воздействием вулканизма (зарастанием папоротниками свежесвыпавших пеплов). На палинологическом материале впервые обосновано существенное изменение климата на рубеже альба и сеномана, выразившееся в резком увеличении количественного участия пыльцы склоновых доминантов из числа сосновых и гинкговых в связи с нисходящей миграцией высотных поясов растительности.

8. Развитие флоры происходило по когерентному сценарию с аптского века по раннеальбский. В среднем альбе происходит переход к некогерентному развитию, перестройка растительных сообществ, продолжающаяся, после короткого периода стабилизации, в сеномане.

Список публикаций по теме диссертации:

1. Коваленко А.С., Волюнец Е.Б. Альбская флора юго-западной части Раздольненского угленосного бассейна // Тез. докл.

- стратиграфического совещ. Дальневосточного РМСК "Корреляция мезозойских континентальных образований Дальнего Востока и Восточного Забайкалья". Чита, 2000. С.52-55.
2. Kovalenko A.S. Palynostratigraphy of the Albian deposits of the Southern Primorye (Russia) // Abstr. of the 10th Intern. Palynological Congress, Nanjing, China, 2000. P.87.
 3. Коваленко А.С. Альбская палинофлора юго-западной части Раздольненского бассейна // Тез. VII Молодежной конф. ботаников в СПб. СПб., 2000г. С.257.
 4. Коваленко А.С. Древнейшие покрытосеменные Южного Приморья // Тез. докл. IV Чтений памяти А.Н. Криштофовича "Палеоботаника на рубеже веков: итоги и перспективы". СПб: БИН РАН, 2001. С.29-30
 5. Коваленко А.С. Альбская флористическая палеосукцессия (Южное Приморье) // Мат-лы II Междунар. симп. «Эволюция жизни на Земле». Томск: Изд-во НТЛ, 2001. С.356-358.
 6. Коваленко А.С. Климат и палинофлора в раннемеловое время (Южное Приморье) // Мат-лы X Всероссийской палинологической конф. «Методические аспекты палинологии». М.: ИГиРГИ, 2002. С.110-111.
 7. Коваленко А.С. Позднеальбские палинофлоры Раздольненской и Зейско-Буреинской впадин // Вестник Томского государственного университета. Серия «Науки о Земле» № 3 (II). 2003. С. 104-105.
 8. Kovalenko A.S. Vegetation and climate change of Razdolnenski basin in the Early Cretaceous // Abstr. Intern. Symp. «Phytogeography of Northeast Asia: tasks for the 21 st century», Vladivostok, Russia, 2003. Vladivostok: IBSS FEB RAS, 2003. P. 44.
 9. Коваленко А.С. Динамика таксономического разнообразия из нижнемеловых отложений Раздольненской впадины как отражение растительности // Мат-лы III Междун. конф «Растения в муссонном климате». Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2003. С. 83-86.
 10. Коваленко А.С. Раннемеловые цветковые в Раздольненской впадине (Южное Приморье) // Тез. докл II Всероссийского совещания «Меловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». СПб: СПбГУ, 2004, С. 44.
 11. Шуклина А.С. Палинокомплексы и зональное расчленение меловых отложений Раздольненской впадины (юг Приморского края) // Тез. докл. I Всеросс. научной школы молодых ученых-палеонтологов «Современная российская палеонтология: классические и новейшие методы». М.: ПИН РАН, 2004. С. 78-79.
 12. Шуклина А.С. Палинофлора раннего мела Раздольненской впадины как показатель изменения палеосреды // Тез. докл. V Чтений А.Н. Криштофовича. СПб.: БИН РАН, 2004. С. 87-88.
 13. Шуклина А.С. Палинокомплексы и зональное расчленение меловых отложений Раздольненской впадины (юг Приморского края) // Тр. I Всеросс. научной школы молодых ученых-палеонтологов

- "Современная палеонтология: классические и новейшие методы". М.: ПИН РАН, 2005. С. 187-192.
14. Шуклина А.С. Палеообстановки и растительность в раннемеловое время на территории Раздольненской впадины (палинологические данные) // Тез. Междунар. рабочего совещ. «Происхождение и эволюция биосферы». Новосибирск, 2005. С. 236-237.
 15. Шуклина А.С. Морфологические особенности строения оболочки пыльцевых зерен первых покрытосеменных // Мат-лы XI Всеросс. палинологической конф. «Палинология: теория и практика». Москва, 2005. С. 286.
 16. Шуклина А.С. Раннемеловые цветковые в палинофлоре Раздольненской впадины (юг Приморского края) // Сб. статей II Всеросс. совещ. «Меловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». СПб, 2005. С. 198-208.
 17. Шуклина А.С. Влияние абиотических факторов на формирование раннемеловой растительности в Раздольненской впадине (Южное Приморье) // Мат-лы III Междунар. симп. «Эволюция жизни на Земле». Томск, 2005. С. 285-286.
 18. Бугдаева Е.В., Маркевич В.С., Шуклина А.С. Раннемеловые гелофитные сообщества Приморья // Мат-лы III Междунар. симп. «Эволюция жизни на Земле». Томск, 2005. С. 223-225.
 19. Шуклина А.С. Связь климата и растительности в раннемеловое время в Раздольненской впадине (палинологические данные) // Мат-лы Междунар. научной конф. «Ритмы и катастрофы в растительном покрове Дальнего Востока». Владивосток, 2005. С. 93-98.
 20. Шуклина А.С., Полевова С. В. Споры *in situ* и проблемы классификации мезозойских древовидных папоротников // Палеонтол. журн. 2006. в печ.