На правах рукописи

ВОЛЫНЕЦ
Елена Борисовна

ГЕОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АПТ-СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ

25.00.01. – общая и региональная геология

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Владивосток
2011

Работа выполнена в лаборатории палеоботаники
Биолого-почвенного института ДВО РАН

Научный руководитель:
кандидат геолого-минералогических наук Бугдаева Евгения Васильевна
Официальные оппоненты:
доктор геолого-минералогических наук Павлюткин Борис Иванович
доктор геолого-минералогических наук Седых Анатолий Константинович

Ведущая организация: Геологический институт РАН

Защита состоится «_17__» февраля 2011 г. в 10-00 часов 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 Центральной научной библиотеке ДВО РАН

Автореферат разослан «___» января 2011 г.

Учёный секретарь
Диссертационного Совета,
кандидат геолого-
минералогических наук Б.И. Семеняк

Введение

Актуальность исследований. Работа посвящена проблемам региональной геологии и стратиграфии Северо-Западного Приморья и возможности их решения на основе палеофлористических данных. Продолжающееся геологическое изучение Приморья, а также стратиграфические и поисковые работы на западных склонах и в центральном Сихотэ-Алине требуют детализации региональной стратиграфической схемы меловых отложений. Поэтому проводимые автором палеоботанические исследования связаны с уточнением региональной стратиграфической схемы, а также помогут разрешить разногласия в отношении корреляции и геологического возраста стратиграфических подразделений.

Актуальность настоящей работы вытекала из необходимости детального изучения таксономического состава ископаемых растений, тафономического анализа их захоронений, выявления флористических комплексов для целей расчленения меловых отложений и разрешения вопросов возраста слоев, содержащих растительные остатки. При установлении возраста флороносных отложений основное внимание уделялось геологическому распространению видов, участию во флорах эволюционно продвинутых и впервые появляющихся таксонов, сходству с флористическими комплексами сопредельных и близких территорий.

Цель и задачи работы. Целью настоящего исследования явилось определение и детализация возраста стратиграфических подразделений по палеоботаническим данным, выявление геологических процессов, нашедших свое отражение в смене флористического состава.

Поэтому основными задачами исследования явились:

1. Выявление таксономического состава апт-сеноманской флоры Северо-Западного Приморья.
2. Выделение флористических комплексов (ФК) для каждого стратиграфического подразделения.
3. Обнаружение стратиграфической последовательности флористических комплексов.
4. Сравнение изученных флористических комплексов с одновозрастными флорами Приморья и сопредельных регионов Востока Азии и выявление стратиграфического значения изученных флор для внутри- и межрегиональных корреляций.
5. Уточнение времени появления ранних покрытосеменных Приморья и особенностей их эволюции.
6. Выявление геологических и биотических событий и условий формирования флоры Северо-Западного Приморья на рубеже раннего и позднего мела.

Фактический материал. Фактический материал включает геологическое описание и коллекции ископаемых растений из основных разрезов меловых отложений (естественные обнажения, горные выработки, керн буровых скважин). Он был получен геологами и автором при участии в геолого-съемочных и тематических работах в составе структурных подразделений ОАО «Приморгеология» в период 1983–97 гг., а также в результате более поздних геологических и палеоботанических исследований в лаборатории палеоботаники БПИ ДВО РАН. Коллекция меловой флоры, послужившая основой диссертации, насчитывает около 200000 экземпляров отпечатков листьев, облиственных побегов, плодов и семян.

Научная новизна. Значительно пополнен таксономический состав апт-сеноманской флоры Северо-Западного Приморья, насчитывающий в настоящее время 226 видов, относящихся к 116 родам. Дано палеофлористическое обоснование хроностратиграфических датировок свит, толщ и их частей, проведена корреляция апт-сеноманских отложений. Впервые выполнено детальное сопоставление апт-сеноманской флоры Северо-Западного Приморья с одновозрастными флорами востока Азии. Получены новые сведения о появлении и ранних этапах эволюции покрытосеменных Приморья. Прослежено влияние геологических и климатических событий на динамику разнообразия апт-сеноманской флоры Северо-Западного Приморья и выявлены условия ее обитания на рубеже раннего и позднего мела.

Практическое значение работы. Обоснование возраста меловых стратиграфических подразделений Северо-Западного Приморья использовалось для уточнения региональной стратиграфической схемы, утвержденной на заседании Дальневосточной региональной межведомственной стратиграфической комиссии (ДВ РМСК) в Чите в 2000 г. Результаты работы автора применялись в ОАО «Приморгеология» при составлении геологических карт различного масштаба. Исследования также выполнялись по грантам ДВО РАН "Происхождение и эволюция биосферы", Подпрограмма II (2004-2008 гг.), «Экосистемные перестройки и эволюция растительного мира востока Азии в мезозое и кайнозое»; по программам Президиума РАН «Формирование и преобразование разнообразия растительного мира российского Дальнего Востока в мезозое и кайнозое» (2003-2008 гг.), «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем», Подпрограмма II (2009-2011 гг.), «Экосистемные перестройки и климатически обусловленная эволюция растительного мира востока Азии в мезозое и кайнозое»; «Научные основы сохранения биоразнообразия России» (2003-2005 гг.); «Биоразнообразие и динамика генофондов», Подпрограмма «Биоразнообразие» (2006-2008 гг.); по гранту РФФИ "Сдвиговые перемещения и терригенная седиментация вдоль восточной окраины Азии в мезозое" (2002-2004 гг.), а также в рамках Проектов Международной программы геологической корреляции (ЮНЕСКО) Project IGCP 434 "Land-ocean interactions of carbon cycle and bio-diversity change during the Cretaceous in Asia" (1999-2005 гг.) и Project IGCP 555 "Rapid Environmental/Climate Change in Cretaceous Greenhouse World" (2006-2010 гг.).

Апробация работы. Полученные данные и выводы изложены в 35 публикациях: 2 монографии, 14 статей (в том числе в рецензируемых журналах - 8), 19 тезисов докладов на научных конференциях.

Результаты исследования докладывались на 17 международных и всероссийских мероприятиях: научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения А.Н. Криштофовича (Владивосток, 1995); первом международном симпозиуме IGCP 434 в Японии «Carbon cycle and bio-diversity change during the Cretaceous» (Tokyo, 2000); первом Всероссийском совещании «Ме-

ловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии» (Москва, 2002); научной конференции, посвященной памяти чл.-корр. АН СССР профессора В.А. Вахрамеева (Москва, 2002); международном симпозиуме в Испании «Bioevents: their stratigraphical records, patterns and causes» (Caravaca de la Cruz, 2003); международном симпозиуме «Phytogeography of Northeast Asia: tasks for the 21 century» (Владивосток, 2003); международной конференции по изучению Арктики и северной Пацифики «Bridges of Science Between North America and the Russian Far East: Past, Present, and Future» (Владивосток, 2004); международной научной конференции «Ритмы и катастрофы в растительном покрове Дальнего Востока» (Владивосток, 2004); международной палеоботанической конференции «Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитостратиграфии», (Москва, 2005); III международном симпозиуме «Эволюция жизни на Земле» (Томск, 2005); II международном Палеонтологическом конгрессе «Ancient Life and Modern Approaches» (Beijing, 2006); IV международной конференции «Растения в муссонном климате» (Владивосток, 2006); III Всероссийском совещании «Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии» (Саратов, 2006); LIII сессии Палеонтологического общества «Палеогеография, палеонтология и палеоэкология» (Санкт-Петербург, 2007); международном симпозиуме по палеонтологии и стратиграфии (Benxi, 2007); Первом Тихоокеанском симпозиуме «Живое и неживое: вещественные и энергетические взаимодействия» (Владивосток, 2008); международном симпозиуме «International Symposium on Geosciences in Northeast Asia» (Changchun, 2009).

Защищаемые положения

1. Три региональных стратона – ассикаевская свита (апт-начало среднего альба), алчанская свита (вторая половина среднего-поздний альб), столбовская толща (сеноман) – отражают три последовательных этапа геологической истории Северо-Западного Приморья.

2. Основное биотическое событие мелового периода - возникновение покрытосеменных - в этом регионе произошло в среднем альбе. Они быстро эволюционировали и, уже с конца альба, стали играть эдификаторную роль. Их появление связано с ухудшением климата, нарушением местообитаний, вымиранием цикадофитов, освободивших экологические ниши, которые активно заселялись покрытосеменными.

3. Значительные геологические события в середине мелового периода на территории Северо-Западного Приморья, такие как морская трансгрессия и потепление в апте, нарастание вулканической деятельности, регрессия моря и похолодание в альбе, пауза в активной вулканической жизни Сихотэ-Алинского пояса в сеномане были основными абиотическими факторами, обусловившими перестройку растительных сообществ.

Структура работы. Диссертационная работа имеет общий объём 176 страниц, 30 рисунков, 9 таблиц и состоит из «Введения», 7 глав, «Заключения», списка литературы, включающего 233 работы, из которых 83 иностранные, и приложения (88 фототаблиц и объяснения к ним на 27 страницах).

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность палеонтологу ОАО «Приморгеология» С.И. Неволиной и научному руководителю к.г.-м.н.

Е.В. Бугдаевой. Автор благодарен М.А. Ахметьеву, А.Б. Герману, В.В. Голозубову, В.П. Коновалову, И.В. Коноваловой, В.С. Маркевич, А.И. Киричковой, В.А. Красилову, А.В. Олейникову, В.И. Рыбалко, В.А. Самылиной, Сунь Ге (КНР), С.А. Шороховой за обсуждение, советы и конструктивную критику. Особая благодарность геологам ОАО «Приморгеология» Г.Л. Амельченко, А.Г. Антонову, Т.М. Житковой, Б.Л. Кабанову, С.В. Круглову, В.Ф. Лушникову, В.Л. Мудрову, А.Н. Найденко, В.Н. Оковитому, В.П. Романову, Н.Г. Сутурину, Г.Л. Шаляпину и др. за геологические и палеоботанические материалы, а также сотрудникам лаборатории палеоботаники БПИ за всестороннюю помощь и поддержку, из них Н.П. Домре, Н.Н. Нарышкиной и К.П. Новиковой за техническую обработку. Особо хотелось бы поблагодарить Ю.А. Семейкина, отснявшего многотысячную коллекцию ископаемых растений.

ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ

Геологические и палеофлористические исследования на северо-западе Приморья начинаются в 30-е годы XX века и носили эпизодический характер. Они были связаны с именами Б.М. Штемпеля и А.З. Лазарева (Лазарев, 1939г).

Следующий этап приходится на 60-70-е годы XX века и обусловлен геолого-съемочными работами. В их процессе было установлено, что меловые отложения Алчанского бассейна образуют широкую синклинальную складку с относительно пологими (до 30°) падениями крыльев, а ее центральная часть осложнена антиклинальным выступом – Силаньшаньской горст-антиклиналью. Меловые образования региона были подразделены на уктурскую и алчанскую свиты, возраст которых принимался как готерив-альб и сеноман-турон соответственно (Черныш, 1963г, 1969; Лысюк, 1973г; Якушев, 1974г; Геология СССР..., 1969).

Новый этап в исследованиях геологии Северо-Западного Приморья приходится на 80-90-е годы XX века, когда стала проводиться геологическая съемка масштаба 1:50000 (Амельченко, 1987г; Кабанов, 1987г; Найденко, 1991г; Оковитый, 1988г). В процессе этих работ детально изучены меловые разрезы и найдены новые многочисленные (более 70) местонахождения фитофоссилий и моллюсков. С 1985 года фитостратиграфическими исследованиями в Алчанском бассейне занимаются С.И. Неволина и Е.Б. Волынец (Неволина, 1986г; Неволина, Волынец, 1989г). Основным результатом их работы явилось предварительное обоснование возраста некоторых стратиграфических подразделений: «уктурская» свита – апт–средний альб; алчанская свита - средний-поздний альб; столбовская толща – сеноман, а также поднят вопрос о правомочности выделения уктурской свиты в Алчанском бассейне (Неволина, Климова, 1986г; Неволина, Волынец, 1989г).

Одновременно изучением ископаемых остатков из алчанской свиты занимались В.А. Красилов и С.А. Шорохова (1989). Они пришли к выводу об ее альб-раннесеноманском возрасте. Эта же точка зрения была отражена в Решениях IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания (МРСС), состоявшегося в г. Хабаровске в 1990 г.

В.П. Коновалов, изучивший остатки моллюсков (двустворки и аммониты) из алчанской свиты и подстилающей её ассикаевской, рассматривает возраст первой из них как средний–поздний альб, а второй - апт-средний альб (Markevich, Konovalov, 1999; Маркевич и др., 2000).

По палинологическим данным, палиноспектры из верхней части разреза ассикаевской свиты – раннеальбские, из нижней части разреза алчанской свиты - среднеальбские, из верхней части разреза алчанской свиты - позднеальбские, из нижней подтолщи столбовской толщи - раннесеноманские, а из верхней подтолщи - позднесеноманские (Амельченко и др., 2001; Бугдаева и др., 2006; Маркевич, 1995).

Кроме того, выходы ассикаевской и алчанской свит были обнаружены к югу от Алчанской впадины, в бассейнах рек Уссури и Большая Уссурка (Бажанов, 1962г; Геология СССР…, 1969; Рыбалко, 2002г; Волынец, 2005в).

Несмотря на довольно длительное изучение меловых отложений Северо-Западного Приморья, остались нерешенными следующие вопросы:

1. Обоснование возраста нижней части разреза ассикаевской и верхней части алчанской свит и столбовской толщи.

2. Особенности развития ассикаевской и алчанской флор; их изменения, как реакция на абиотические события, такие как вулканизм, тектоника региона, трансгрессии и регрессии моря, климатические флуктуации.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

2.1 Материал. Остатки растений происходят из более 90 групп местонахождений (рис. 1). Коллекции хранятся в Биолого-почвенном институте ДВО РАН под № 1-64 из Алчанской впадины и №№ 66-82 с восточного склона хр. Синий. Часть коллекции находится в ОАО «Приморгеология».

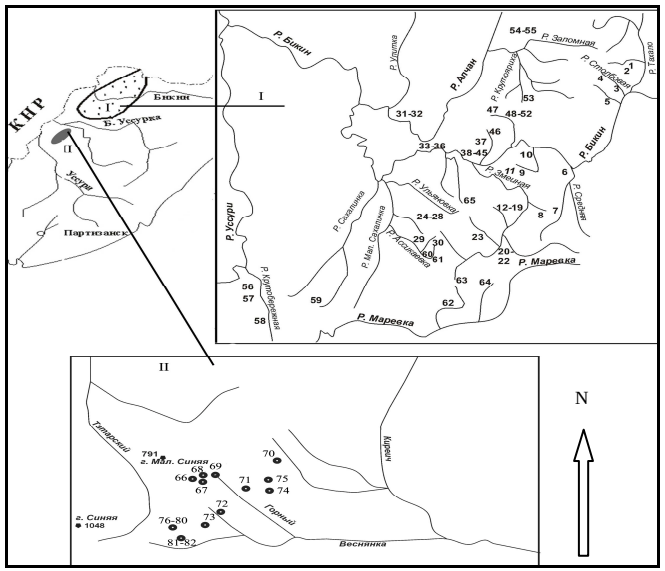

Рис. 1. Схема расположения изученных площадей (I - Алчанский бассейн; II - восточный склон хр. Синий) и местонахождений растительных остатков в Северо-Западном Приморье (2 - порядковый номер коллекции).

Также были изучены коллекции Б.М. Штемпеля из бассейна р. Бикин (ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург), М.М. Кошман из бассейна р. Бурея (объединение «Дальгеофизика», г. Хабаровск), В.А. Самылиной из бассейна р. Зырянка (БИН РАН, г. Санкт-Петербург), В.А. Вахрамеева из Западного Казахстана (ГИН РАН, г. Москва), Сунь Ге из Северо-Востока Китая (Цзилинский университет, г. Чанчунь, КНР).

Автором были собраны ископаемые растения из меловых отложений Приморья (Раздольненский и Партизанский бассейны и Восточный Сихотэ-Алинь), использовавшиеся в этой работе для целей корреляции.

2.2. Методика. Более 500 образцов (штуфов) для получения дисперсных кутикул были подвергнуты объёмной мацерации по стандартной методике.

2.3. Фотографирование. Образцы фотографировались цифровыми камерами Olympus и Canon Power Shot G-10, а препараты кутикул - с помощью светового микроскопа Axioscop 40 с камерой Axiocam HRc, а также СЭМ EVO 40 (Zeiss, Германия).

2.4. Графические рисунки. Выполнялись с помощью компьютерных программ CorelDRAW и Excel. Были подсчитаны цикадофитовый индекс (Ц.И.) по формуле Раункиера (Красилов, 1973), модифицированный индекс когерентности и коэффициент оборота флоры (Меловой биоценотический кризис …, 1988).

ГЛАВА III. СТРАТИГРАФИЯ АПТ-СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ХРЕБТА СИХОТЭ-АЛИНЬ

На северо-западе Приморья меловые отложения распространены на западном склоне хребта Сихотэ-Алинь, протягиваясь с севера (верховья р. Матай) на юг (нижнее течение р Бол. Уссурка) и постепенно расширяются к юго-западу, полностью занимая долину р. Алчан, а также локально выходят в нескольких мелких впадинах в среднем течении р. Уссури. Они представлены терригенными и вулканогенными образованиями и составляют основную часть Алчанской структурно-формационной зоны, Веснянкинской и Духовско-Руновской грабен-синклиналей. В Алчанской зоне меловые отложения с запада ограничены Алчанским, а с востока - Арсеньевским разломами (рис. 2). Веснянкинская грабен–синклиналь выполнена ассикаевской и алчанской свитами, которые несогласно перекрывают пермские толщи и приурочена к зоне Среднеханкайского глубинного разлома (рис. 2). Духово–Руновская грабен–синклиналь сложена ассикаевской свитой, несогласно залегающей на метаморфических образованиях нижнего протерозоя (Бажанов, 1986; Рыбалко, 2002г).

3.1. Апт, альб

Нижнемеловые отложения Северо-Западного Приморья представлены ассикаевской существенно терригенной и алчанской вулканогенной свитами. Они распространены преимущественно в Алчанском бассейне (рис. 3), имеются локальные выходы в ряде мелких депрессий севернее и несколько южнее бассейна, а так же в среднем течении р. Уссури (рис. 4), в двух небольших изолированных депрессиях (Амельченко и др., 2001; Бугдаева и др., 2006; Волынец, 1997, 2005в, 2006; Маркевич и др., 2000; Рыбалко, 2002г).

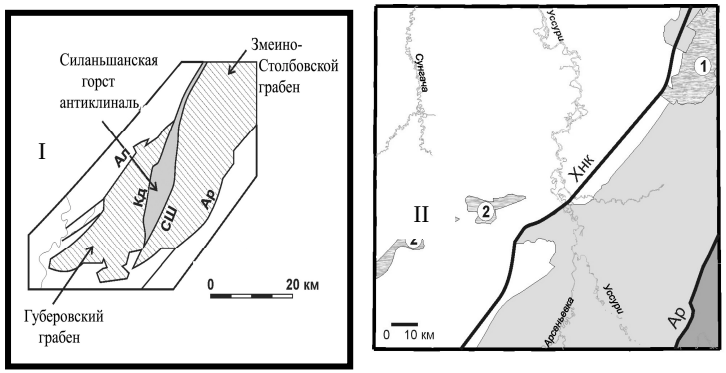

Рис. 2. Схемы главных структур Алчанского бассейна (I) и среднего течения р. Уссури (хр. Синий (II)). Разломы: Ал – Алчанский, Кд – Кедрач, Сш – Силаньшаньский, Ар – Арсеньевский, Хнк – Ханкайский; 1 - Веснянкинская грабен–синклиналь, 2 - Духово–Руновская грабен–синклиналь; - пермо-триасовые структуры чехла Ханкайского массива, - пермско-юрские структуры Центральной зоны

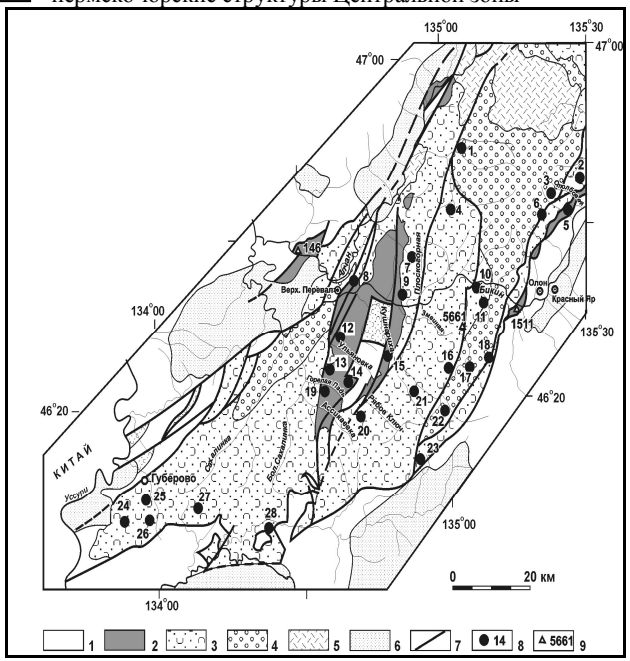

Рис. 3. Схема распространения меловых пород Алчанского бассейна. 1 – породы домелового фундамента; 2 – терригенные породы ассикаевской свиты; 3 – вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы алчанской свиты; 4 – терригенные отложения столбовской толщи; 5 –позднемеловые вулканиты; 6 – кайнозойские угленосные отложения; 7 – разломы; 8 – участки детального изучения разрезов и их номера; 9 – местонахождения ископаемых растений

Ассикаевская свита (K_1as) выделена В.П. Коноваловым в 1990 году (Коновалов, 1990). Она выходит на поверхность преимущественно в центральной части Алчанского бассейна на участках обрамления Силаньшаньского горста, главным образом, на левом берегу р. Бикин в бассейнах рек Ассикаевка, Плоскогорка, Кушнариха, на водоразделе рек Подхоренок – Первая и Вторая Седьмые, в районе ст. Вяземская, а также в междуречьях Подхоренок-Матай и Кия-Обор. Небольшие по площади выходы свиты установлены в тектонических блоках различных размеров, прилегающих к Арсеньевскому разлому, в нижнем и среднем течении р. Алчан, р. Мал. Измайлиха, р. Средняя (рис. 3). Кроме того, она выполняет небольшие изолированные депрессии в бассейне среднего течения р. Уссури – бассейны рек Крыловка и Сунгача, а также на восточном склоне хр. Синий - бассейн р. Веснянка (рис. 4). Ассикаевская свита несогласно залегает на более древних домеловых образованиях и согласно, а иногда с локальным размывом, перекрывается алчанской свитой (рис. 5, 6).

Стратотипический разрез ассикаевской свиты установлен в бассейне р. Ассикаевка. По литологическим признакам она разделена на три подсвиты (рис. 5). В разрезах нижней и верхней подсвит доминируют песчаники, в то время как средняя представлена преимущественно алевролитами (Амельченко и др., 2001).

Алчанская свита (K_1al) выделена Б.Я. Чернышом в 1962 году (Черныш, 1962 г, 1969, 1971). Ею сложена большая часть Алчанского бассейна, а также Веснянкинской грабен-синклинали. Свита представлена вулканитами умеренно-кислого и среднего состава и вулканогенно-осадочными породами. Ей свойственна значительная фациальная изменчивость по латерали и вертикали. Комплекс вулканитов включает жерловые, экструзивные и субвулканические тела, туфовые и игнимбритовые потоки вулканических построек, а также тефроиды, туфы, туффиты, туфовые песчаники и алевролиты дистальных фаций. Покров-

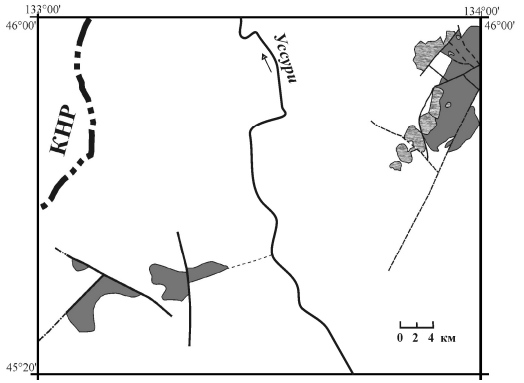

Рис. 4. Схема распространения меловых пород в среднем течении р. Уссури
– породы домелового фундамента; – терригенные породы ассикаевской свиты (апт-начало среднего альба); – вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы алчанской свиты (средний-поздний альб); разломы: - установленные, - предполагаемые

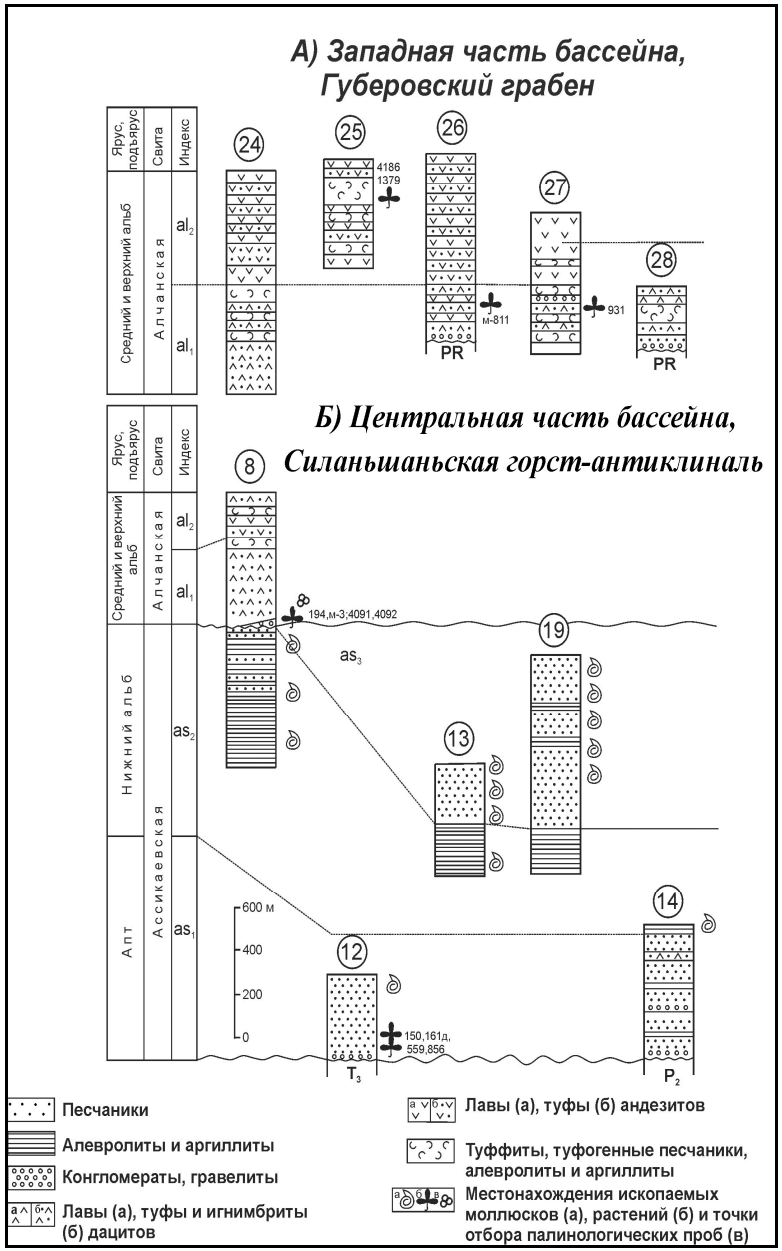

Рис. 5. Схема сопоставления меловых разрезов западной и центральной частей Алчанского бассейна (Амельченко и др., 2001)

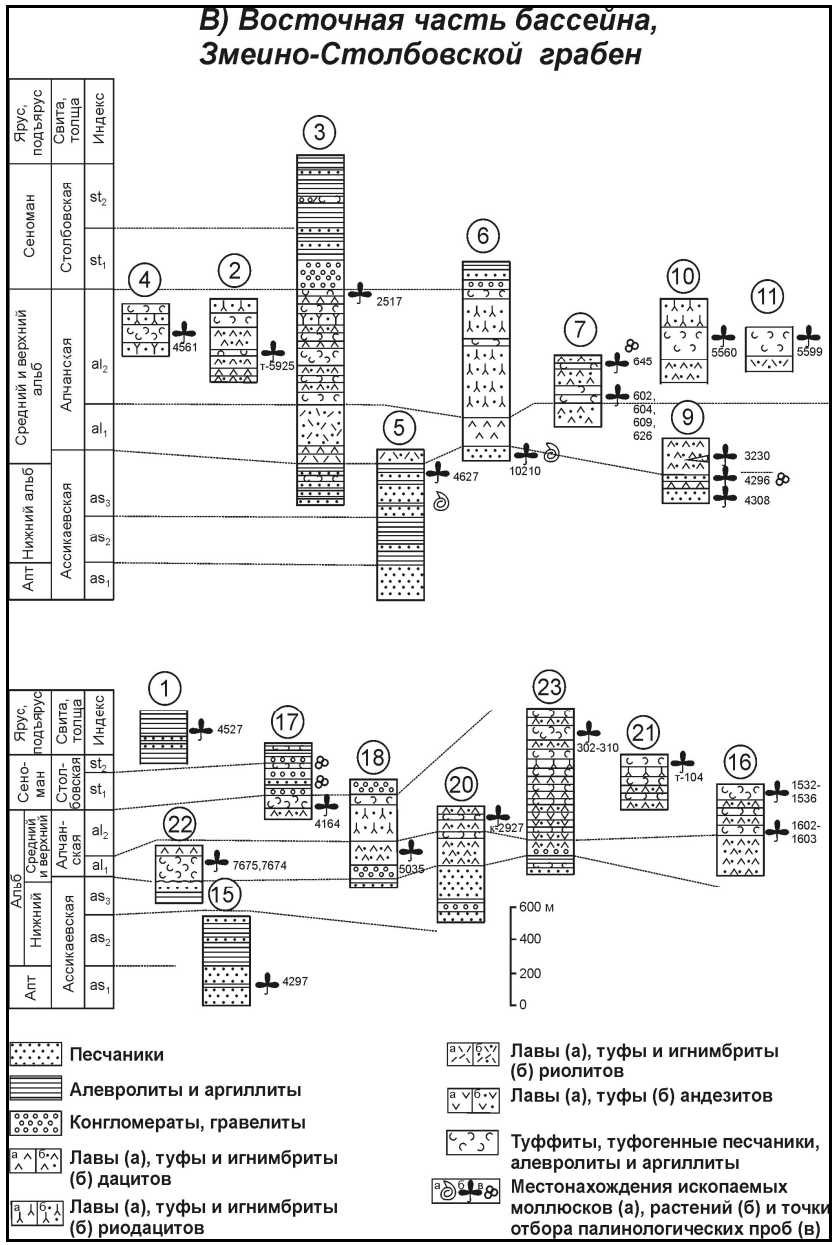

Рис. 6. Схема сопоставления меловых разрезов восточной части Алчанского бассейна (Амельченко и др., 2001)

ные фации комплекса объединены в алчанскую свиту, и в ее составе выделяются две подсвиты (рис. 5, 6). Свита залегает согласно на ассикаевской свите и несогласно на более древних образованиях (Амельченко и др., 2001; Анойкин, 1985; Бугдаева и др., 2006; Кабанов, 1987г; Рыбалко, 2002г).

Стратотипический разрез свиты изучен на правом берегу нижнего течения р. Бикин в у пос. Верхний Перевал (Черныш, 1962г).

3.2. Сеноман

Столбовская толща (K_2st) впервые выделена в 1986 году Б.Л. Кабановым и В.Ф. Лушниковым (Кабанов, 1987г). Она заполняет наиболее углубленные участки Змеино-Столбовского и Губеровского грабенов, практически не выходит на дневную поверхность и изучена лишь в горных выработках и в скважинах колонкового бурения (рис. 6). Толща согласно залегает на алчанской свите и перекрывается сантон-кампанскими молассоидами и маастрихтскими базальтоидами, а также кайнозойскими угленосными отложениями (Амельченко и др., 2001). Разрез ее подразделен на две подтолщи, нижняя из которых образована грубообломочными породами, в то время как верхняя представлена преимущественно алевролитами (Амельченко и др., 2001).

ГЛАВА IV. ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЛОВЫХ ОТЛОЖНИЙ

4.1. РАННЕАССИКАЕВСКИЙ ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Фитофоссилии происходят из нижней части разреза нижнеассикаевской подсвиты, содержащей остатки моллюсков апт-альбского возраста (бассейны рек Ульяновка, Большая Сахалинка и Ассикаевка). В раннеассикаевском ФК определено 18 таксонов. Доминируют цикадофиты и папоротники, принимают участие хвойные родов *Elatides, Athrotaxites*, *Pityophyllum* и *Podozamites*, редки гинкговые.

4.2. ПОЗДНЕАССИКАЕВСКИЙ ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Выявлен из нижней и верхней частей разреза верхнеассикаевской подсвиты (бассейн р. Бикин, междуречье Улитка – Алчан и среднее течении р. Бол. Уссурка). В нижней части разреза подсвиты ископаемые растения найдены совместно с морскими моллюсками.

Этот ФК подразделяется на два подкомплекса - ранний и поздний.

4.2.1. Ранний подкомплекс позднеассикаевского ФК

Изучен из нижней части разреза верхнеассикаевской подсвиты. Всего в подкомплексе выявлено 17 таксонов. Преобладают папоротники, им сопутствуют цикадофиты и хвойные, редки хвощи.

4.2.2. Поздний подкомплекс позднеассикаевского ФК

Происходит из верхней части разреза верхнеассикаевской подсвиты. В его составе установлено 69 таксонов. Доминируют папоротники и хвойные, принимают участие покрытосеменные и цикадофиты, незначительна роль гинкговых, чекановскиевых, кейтониевых, хвощовых, плауновидных и мохообразных.

Для ФК характерно участие разнообразных папоротников родов *Osmunda, Anemia, Ruffordia, Adiantopteris, Onychiopsis, Gleichenites, Alsophilites, Dicksonia, Birisia, Coniopteris, Arctopteris, Lobifolia* и *Cladophlebis*. Среди голосеменных наряду с обычными представителями родов *Elatides, Podozamites, Nilssonia* и *Ginkgo* появляются *Baiera, Czekanowskia, Athrotaxopsis, Sequoia, Sphenolepis* и *Taxites.* Впервые обнаружены покрытосеменные родов *Sapindopsis, Quercophyllum, Laurophyllum, Dicotylophyllum, Nyssidium* и *Onoana*.

4.3. РАННЕАЛЧАНСКИЙ ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Происходит из нижнеалчанской подсвиты, развитой в нижнем и среднем течении р. Бикин. Он подразделяется на три подкомплекса.

4.3.1. Ранний подкомплекс раннеалчанского ФК

Выявлен из нижней части разреза нижнеалчанской подсвиты. Он включает 25 таксонов. Доминируют папоротники, которым сопутствуют цикадофиты и хвойные, редки хвощи и растения неизвестной систематической принадлежности.

4. 3.2. Средний подкомплекс раннеалчанского ФК

Происходит из средней части разреза нижнеалчанской подсвиты. Он охарактеризован 26 таксонами. Доминируют хвойные и папоротники. Цикадофиты, гинкговые и растения неизвестной систематической принадлежности, плауновидные и хвощевые - редки.

4.3.3. Поздний подкомплекс раннеалчанского ФК

Изучен из верхней части разреза нижнеалчанской подсвиты. Установлено 16 таксонов. Доминируют папоротники и хвойные, им сопутствуют цикадофиты, редки плауновидные, хвощевые и гинкговые.

В целом для раннеалчанского ФК, состоящего из 40 таксонов, характерно доминирование папоротников родов *Osmunda, Anemia, Gleichenites, Dicksonia, Birisia, Arctopteris, Cladophlebis Alsophilites, Coniopteris, Onychiopsis, Acrostichopteris*. Им сопутствуют хвойные родов *Podozamites, Elatides, Torreyites, Sequoia, Taxites, Athrotaxites, Athrotaxopsis, Coniferites, Pityostrobus.* Довольно значительно участие цикадофитов родов *Pterophyllum, Taeniopteris, Nilssonia, Ctenis,* и *Pseudoctenis*. Гинкговые, растения неясной систематической принадлежности, хвощевые и плауновидные редки.

4.4. ПОЗДНЕАЛЧАНСКИЙ ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Выделен из верхнеалчанской подсвиты в бассейнах рек Бикин и Маревка. Он подразделяется на три подкомплекса.

4.4.1. Ранний подкомплекс позднеалчанского ФК

Изучен из нижней части разреза верхнеалчанской подсвит. Он состоит из 45 таксонов, среди которых доминируют папоротники и хвойные. Довольно значительно участие покрытосеменных, снижается роль цикадофитов. Кейтониевые, чекановскиевые и растения неясной систематической принадлежности редки.

4.4.2. Средний подкомплекс позднеалчанского ФК

Изучен из средней части разреза верхнеалчанской подсвиты. Всего установлено 145 таксонов. Доминируют папоротники и хвойные, им сопутствуют покрытосеменные и цикадофиты. Редки гинкговые, плауновидные, мохообразные и чекановскиевые, кейтониевые, хвощи, плауны и мохообразные. Здесь найдены крылья насекомых, домики личинок ручейников, раковины гастропод и остатки рыб.

4.4.3. Поздний подкомплекс позднеалчанского ФК

Происходит из верхней части разреза верхнеалчанской подсвиты. Охарактеризован 32 таксонами, среди которых доминируют покрытосеменные и хвойные, им сопутствуют гинкговые, чекановскиевые, папоротники и цикадофиты, единичны хвощевые.

Для позднеалчанского ФК характерно значительное таксономическое разнообразие (170 таксонов). Доминируют папоротники и хвойные, субдоминанты – покрытосеменные и цикадофиты, немногочисленны гинкговые, чекановскиевые, кейтониевые, а мохообразные, плауновидные и хвощи редки. Среди папоротников наиболее часто встречаются представители родов *Birisia*, *Gleichenites, Arctopteris, Coniopteris, Osmunda, Onychiopsis, Dicksonia, Anemia* и *Cladophlebis*; редко - *Eogymnocarpium, Teilhardia, Ruffordia, Adiantopteris, Asplenium, Polypodites*. Разнообразны цикадофиты родов *Pterophyllum, Nilssonia*, и редки *Anomozamites, Dictyozamites, Zamiophyllum, Otozamites, Neozamites, Cycadeoidea, Pseudocycas, Nilssoniopteris, Cycadites, Ctenis.* Хвойные представлены родами *Pityocladus, Pityolepis, Pityospermum, Pityophyllum, Schizolepis, Pseudolarix, Sequoia, Sphenolepis, Athrotaxopsis, Taxites* (“*Cephalotaxopsis*”). Среди покрытосеменных выявлены роды *Sapindopsis*, *Cinnamomoides, Vitiphyllum* (*Cissites*), *Sassafras, Quercophyllum, Celastrophyllum, Lindera*, *Kenella* и проч.

4.5. СТОЛБОВСКОЙ ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Происходит из верхней части разреза столбовской толщи в бассейне р. Заломная. ФК включает 48 таксонов. В нем доминируют покрытосеменные при значительном участии платаноидов. Хвойные представлены родами *Taxites* (“*Cephalotaxopsis*”), *Sequoia*, *Torreyites, Thuja, Brachyphyllum*, *Elatocladus, Athrotaxopsis, Lybocedrus, Mesocyparis* и др. В составе папоротников принимают участие представители родов *Coniopteris*, *Gleichenites, Anemia*, *Sphenopteris*, *Cladophlebis* и “*Salvinia*”. Гинкговые и цикадовые единичны.

ГЛАВА V. ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА МЕЛОВЫХ УГЛЕНОСНЫХ И МЕЖУГЛЕНОСНЫХ ТОЛЩ И ИХ ВНУТРИРЕГИОНАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Анализ флористических комплексов и сравнение их с изученными флорами Приморья, Сибири и Дальнего Востока позволили составить обобщенную схему корреляции флор этого временного интервала (рис. 7).

5.1. Южное Приморье

5.1.1. Раздольненский бассейн. Раннелиповецкий ФК по таксономическому составу сходен с раннеассикаевским ФК, позднелиповецкий обнаруживает некоторое сходство с позднеассикаевским ФК, раннегаленковский сближается с ранним подкомплексом (п/к) позднеассикаевского ФК, среднегаленковский ФК - с поздним п/к позднеассикаевского ФК, позднегаленковский - с ранним и средним п/к позднеалчанского ФК, раннекоркинский - с поздним п/к позднеалчанского ФК.

5.1.2. Партизанский бассейн. Поздний старосучанский ФК по таксономическому составу имеет сходство с позднеассикаевским ФК, ранний северосучанский ФК - с ранним подкомплексом (п/к) позднеассикаевского ФК, поздний северосучанский - с раннеалчанским ФК , френцевский ФК - с ранним п/к позднеалчанского ФК, кангаузский – обнаруживает сходство со средним п/к позднеалчанского ФК, романовский - с поздним п/к позднеалчанского ФК, бровничанский ФК сопоставляется с поздним подкомплексом позднеалчанского комплекса и даданьшаньский - со столбовским.

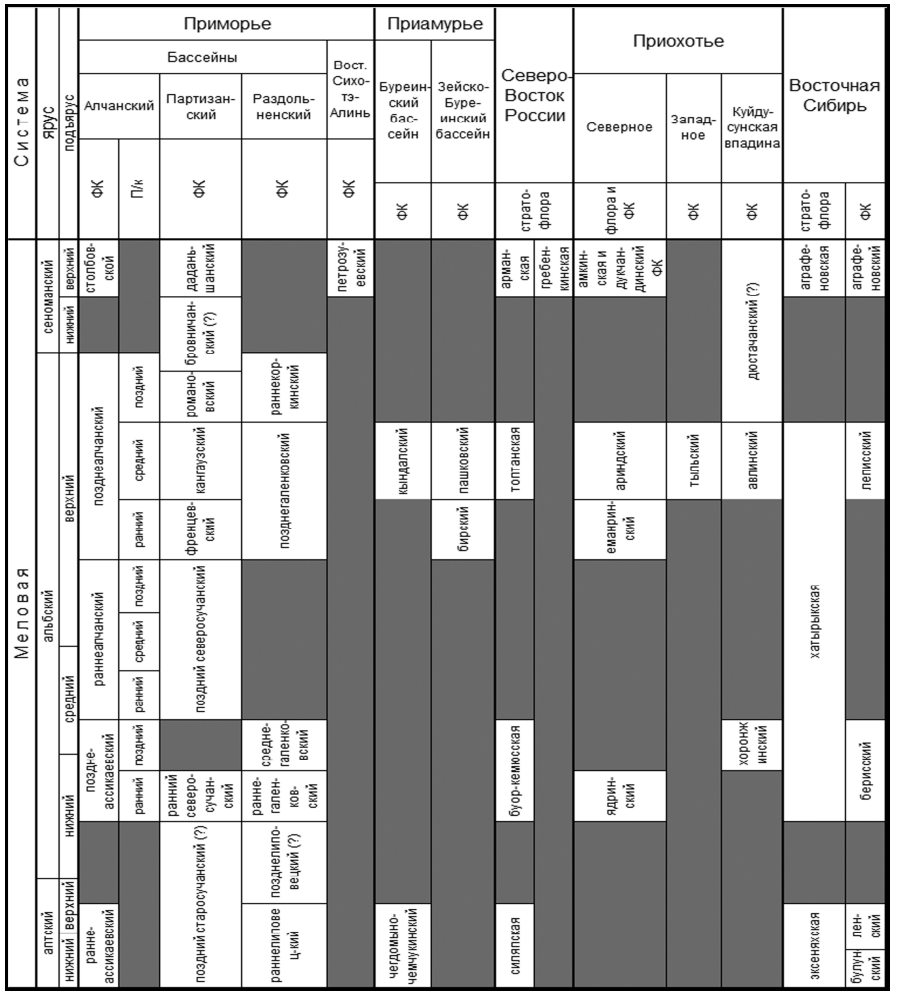

Рис. 7. Корреляция апт-сеноманских флор востока России

5.2. Восточный Сихотэ-Алинь

ФК петрозуевского флороносного горизонта Восточного Сихотэ-Алиня коррелируется со столбовским ФК.

5.3. Северо-Западное Приморье

В Алчанском бассейне меловые флороносные слои переслаиваются с морскими фаунистически охарактеризованными отложениями или замещаются ими по простиранию. Этот факт представляет большой интерес и может использоваться при определении возраста наземных флор. В бассейне р. Ассикаевка в нижней

части разреза нижнеассикаевской подсвиты обнаружены двустворки, по мнению В.П. Коновалова, широкого возрастного диапазона - апт-альб (Маркевич и др., 2000). Таксономический состав раннеассикаевского ФК близок комплексу из липовецкой свиты аптского возраста в Раздольненском бассейне (Красилов, 1967; Волынец, 2005а, 2006).

По всему разрезу среднеассикаевской подсвиты встречаются моллюски, их возраст, по заключению В.П. Коновалова, ранний альб (Маркевич и др., 2000).

Среднеальбский возраст позднеассикаевского ФК устанавливается на основании корреляции с ФК северосучанской свиты и средней части разреза галенковской свиты Южного Приморья и подтверждается данными палинологии и малакофауны (Маркевич, 1995; Маркевич и др., 2000; Амельченко и др., 2001; Бугдаева и др., 2006).

Алчанская свита подразделяется на нижнюю и верхнюю подсвиты, их возраст устанавливается как средний-поздний альб (Маркевич, 1995; Амельченко и др., 2001; Бугдаева и др., 2006).

Из нижней части разреза алчанской свиты на водоразделе рек Матай и Алчан В.И. Анойкиным и Е.А. Калининым (1989) были найдены аммонит *Paragastroplites* ex gr. *spiekeri* (McLearn) и разнообразные двустворки. В.П. Коновалов (Маркевич и др., 2000) считает, что этот вид аммонита характерен для среднего альба. Выше по разрезу в верхнеалчанской подсвите в туфоалевролитах среди андезитов и их туфов Е.А. Калининым найден аммонит *Eogunnarites* sp., характерный для верхнеальбских отложений о-ва Хоккайдо (Маркевич и др., 2000; Hirano et al., 1977).

Столбовская толща распространена в Змеино-Столбовском и Губеровском грабенах. Из нижней подтолщи В.С. Маркевич изучен палинокомплекс, характерный для раннего сеномана, в то время как из верхней - для позднего сеномана (Амельченко и др., 2001; Бугдаева и др., 2006; Маркевич и др., 2006). ФК из верхней подтолщи столбовской толщи сходен с петрозуевским и даданьшанским комплексами Приморья сеноманского возраста. Из этого же разреза известны альб-сеноманские конхостраки *Paleoleptestheria favosa* Oleyn., *Bairdestheria abbreviata* Oleyn. (определения А.Н. Олейникова, ВСЕГЕИ).

Таким образом, среднемеловые отложения Северо-Западного Приморья начинают накапливаться в апте - начале среднего альба и представлены ассикаевской свитой. Со второй половины среднего альба по поздний альб включительно происходит формирование алчанской свиты, а в сеномане - столбовской толщи.

ГЛАВА VI. ГЛОБАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ АПТ-СЕНОМАНСКИХ ТОЛЩ

6.1. Северо-Восток России

Силяпская стратофлора сопоставляется с раннеассикаевским ФК, *буоркемюсская* сравнивается с позднеассикаевским, *топтанская* - со средним п/к позднеалчанского ФК, *арманская стратофлора* - со столбовским, *гребенкинская флора* близка к столбовскому ФК.

6.2. Восточная Сибирь (Ленский бассейн)

Эксеняхская стратофлора сравнивается с раннеассикаевским ФК. *Хатырыкская стратофлора* включает два ФК - берисский и леписский (Фитостратиграфия …, 1985), первый сопоставляется с позднеассикаевским ФК, а второй - со средним п/к позднеалчанского ФК. *Аграфеновская стратофлора* коррелируется со столбовским ФК.

6.3. Приохотье

6.3.1. Западное Приохотье. *Тыльский ФК* сопоставляется со средним п/к позднеалчанского ФК.

6.3.2. Северное Приохотье. *Ядринский ФК* близок с ранним п/к позднеассикаевского ФК, *еманринский* - с ранним п/к позднеалчанского ФК, *аринд-ский ФК* со средним п/к позднеалчанского ФК, *амкинская флора* - со столбовским, *дукчандинский ФК* со столбовским.

6.3.3. Куйдусунская впадина. *Хоронжинский ФК* сопоставляется с поздним п/к позднеассикаевского ФК, *авлинский* - со средним п/к позднеалчанского ФК, *дюстачанский ФК* трудно сравнивать с изученными ФК Северо-Западного Приморья, так как в нем принимают участие в основном представители таксодиевых и группы неясного систематического положения. Из покрытосеменных выявлен лишь один фрагмент листа двудольных.

6.4. Приамурье

6.4.1. Буреинский бассейн. *Чагдомыно-чемчукинский ФК* имеет некоторое сходство с раннеассикаевским, *кындалский* - со средним п/к позднеалчанского ФК.

6.4.2. Зейско-Буреинский бассейн. *Бирский ФК* близок раннему п/к позднеалчанского ФК, *пашковский* тождественен среднему п/к позднеалчанского ФК.

Таким образом, среднемеловая флора Северо-Западного Приморья имеет чрезвычайно большое сходство в силу своего экотонного характера, как с флорами Южного Приморья, так и с флорами Сибири, Северо-Востока России и Приамурья, принадлежавшим в меловое время разным фитохориям.

6.5. Сопоставление флоры Северо-Западного Приморья с раннемеловыми и сеноманскими флорами Северо-Восточного Китая, Кореи, Казахстана и Северной Америки

6.5.1. Северо-Восточный Китай

Группа Лунчжаогоу (Longzhaogou). *Флора формации Пейдэ (Peide)* сопоставляется с раннеассикаевским ФК, *флора формации Чихулинь (Qihulin)* сходна с позднеассикаевским ФК. *Флора формации Юньшань (Yunshan)* коррелируется с поздним п/к позднеассикаевского ФК, а *флора формации Чжушань (Zhushan)* крайне бедна и растения, входящие в этот комплекс, встречаются как в ранне-, так и в позднеалчанском ФК.

Группа Цзиси (Jixi). *Флора формации Ченцзыхе (Chengzihe)* сходна с позднеассикаевским ФК. *Флора формации Мулин (Muling)* коррелируется с ранним п/к раннеалчанского ФК.

Группа Цзяохэ (Jiaohe). *Флора Шаньсун (Shansong)* сопоставляется со средним п/к позднеалчанского ФК.

Формация Далацзы (Dalazi). *Флора из этой формации* сопоставляется с позднеалчанским ФК.

Южная Корея

Флора формации Хаман коррелируется с позднеалчанским ФК.

6.7. Казахстан

Чушкакульская, Канказганкудукская и *Кульденентемир-кызылжарская флоры* наиболее близки субтропической флоре Европы, однако, как и у алчанской и столбовской, наблюдаются одни и те же тенденции в их развитии: «доживание» в среднем альбе вельдских элементов, резкая смена состава флор на границе раннего и позднего мела, повсеместное распространение в сеномане рипарийных растительных сообществ, основу которых составляли платановые.

6.8. Северная Америка

6.8.1. Северная Аляска. *Тафофлора Какповрак* сопоставляется со средним п/к позднеалчанского ФК, а *тафофлора Корвин* - со столбовским ФК.

6.8.2. Южная Аляска. *Флора группы Шактолик* сопоставляется со столбовским ФК, главным образом, по значительному участию в их составе покрытосеменных.

6.8.3. Западная Канада

Флора формации Гетинг близка с раннеассикаевским ФК, *флора подформации Гейтс* сравнивается с ранним и средним п/к позднеалчанского ФК, *флора подформации Боулдер* - с поздним п/к позднеалчанского ФК, а *флора формации Данвеган* - со столбовским ФК.

Все рассмотренные выше флористические комплексы востока России, Северо-Восточного Китая, Корейского полуострова, Казахстана, Аляски и Западной Канады, обнаруживают общие тенденции развития среднемеловых флор. В апте время широкое распространение в растительном покрове получают папоротники и голосеменные (преимущественно цикадофиты и хвойные). На протяжении почти всего альба растительные сообщества доминированы папоротниками, по-прежнему велика роль голосеменных, появляются покрытосеменные, значение которых в течение этого века возрастает.

Среднемеловая флора Северо-Западного Приморья имела некоторые особенности, отличавшие ее от других одновозрастных флор: смешение северных и южных элементов, обусловленное пограничным положением между двумя фитохориями; разнообразие цикадофитов; обилие представителей семейства Taxodiaceae среди хвойных.

ГЛАВА VII. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ НА РУБЕЖЕ РАННЕГО И ПОЗДНЕГО МЕЛА (БИОТИЧЕСКИЕ И АБИОТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ)

В данном регионе взаимодействие геологических и биотических процессов выражено наиболее ярко, так как в среднем мелу он находился на границе Сибирско-Канадской и Евро-Синийской фитогеографических областей (Вахрамеев, 1988), а также на пересечении суши и океана. Из-за такого экотонного местоположения флора района была подвержена резким изменениям таксономического состава при смене, как климатических условий, так и геологических ситуаций. Территория Северо-Западного Приморья располагалась в то время вблизи моря и в области вулканической деятельности, а флора постоянно находилась в неблагоприятных условиях, часто ставивших ее на предел существования.

7.1. Появление покрытосеменных растений – важнейшее биотическое событие мелового периода

Средний мел является наиболее важным этапом в истории цветковых растений Земли. В это время они появляются, начинается их бурная адаптивная радиация; и во многих местообитаниях большинства регионов нашей планеты покрытосеменные становятся доминантами. Они могли существовать в неустойчивых средовых условиях, что давало им преимущество перед другими растениями.

В отложениях Алчанской впадины цветковые впервые появляются в среднем альбе (позднеассикаевский ФК). Все листья отличает дезорганизованное жилкование (рис. 8).

В нижней части верхнеалчанской подсвиты по разрезу выше игнимбритовых дацитов и потоков лав риодацитового и дацитового составов появляются покрытосеменные с листьями, имеющими более совершенное жилкование.

В середине позднего альба (средний п/к позднеалчанского ФК) покрытосеменные становятся более морфологически разнообразными. Они впервые начинают доминировать в некоторых захоронениях.

Встречены многочисленные плоды *Kenella*, предположительно покрытосеменных водных растений. Возможно, что цветковые в позднем альбе начинали осваивать водную среду.

В конце позднего альба происходит резкая редукция разнообразия, как у покрытосеменных, так и в других группах растений.

В позднем сеномане (верхняя часть разреза столбовской толщи) разнообразие в составе цветковых восстанавливается. Впервые появляются листья водных растений *Quereuxia angulata, Cobbania?* sp. Покрытосеменные в начале позднего мела становятся доминантами растительных сообществ.

В Алчанском бассейне ранние цветковые растения приурочены к нарушенным и новым местообитаниям, в частности, к вулканическим долинам с постоянно изменяющимся субстратом, что свидетельствует об их способности колонизовать самые неблагоприятные биотопы. Зачастую покрытосеменные захоранивались в аллювиальных отложениях вулканических долин. Заболоченных местообитаний они, по-видимому, избегали. Выравнивание рельефа, формирование широких речных долин создали условия распространению платаноидов.

Не исключено, что резкий подъем численности и разнообразия покрытосеменных в альбе был связан с упадком цикадофитов. Судя по всему, цветковые оккупировали ниши, освободившиеся в результате вымирания цикадофитов.

Используя предложенную В.А. Красиловым (1979, 1989) морфологическую классификацию для листьев цветковых, нами выявлены морфотипы листьев двудольных Алчанского бассейна. В среднем-позднем альбе они представлены Laurifolia, Rosifolia, Platanifolia и Ranunculifolia. В сеномане преобладающая роль Laurifolia сохраняется при полном исчезновении Rosifolia; появляется морфотип Nymphaefolia, увеличивается значение Platanifolia.

Прослеживая геологическую историю появления различных типов листьев двудольных в Алчанском бассейне, нами проведено сравнение с такими же последовательностями во флорах Северо-Востока Китая (флора Далацзы), Восточной Сибири и Северной Америки (флора Потомак).

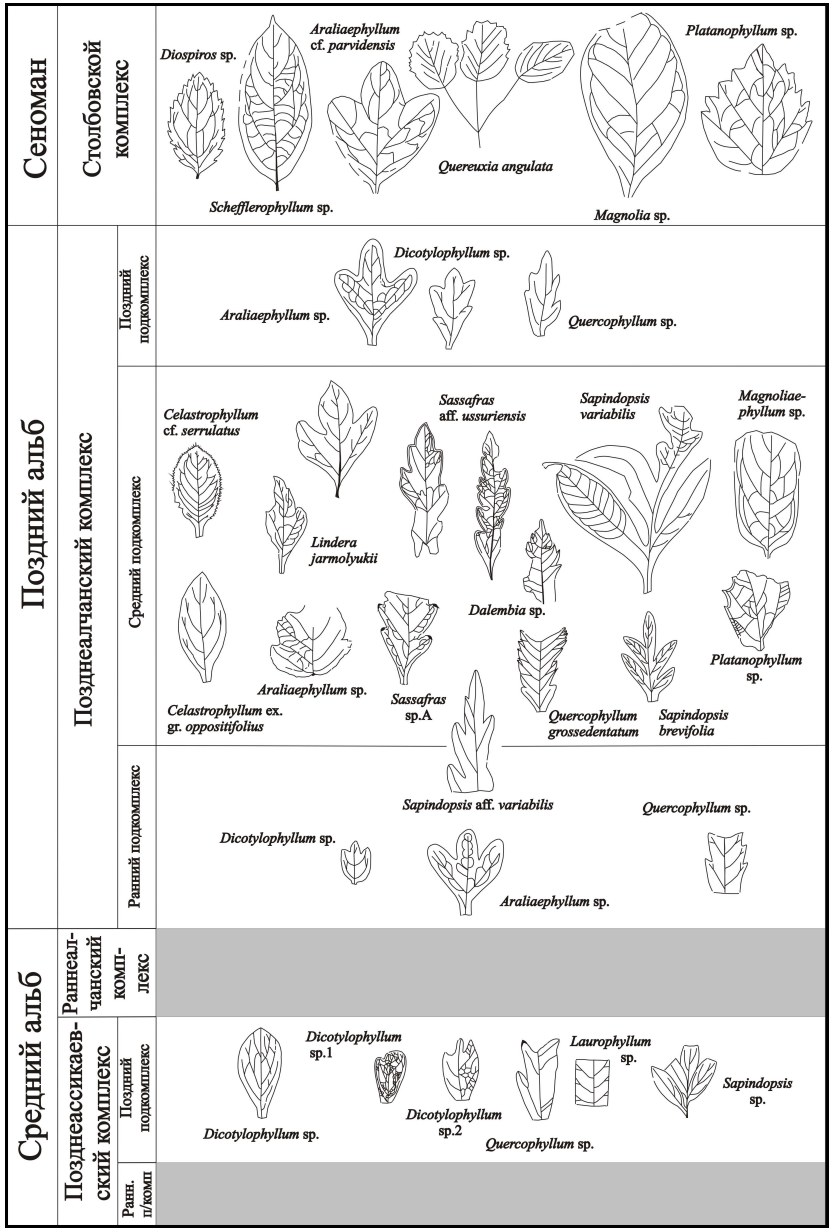

Рис. 8. Последовательность появления ранних цветковых в разрезах Алчанского бассейна

Итак, в геологической летописи Алчанского бассейна зафиксированы важные биотические события: 1). Возникновение последнего высшего таксона сосудистых растений (покрытосеменных) - в этом регионе имело место в среднем альбе. 2). Появление цветковых связано с вымиранием термофильных беннетитов; освободивших ряд потенциальных экологических ниш. 3). Ведущим экологическим фактором появления и становления покрытосеменных было возникновение нарушенных местообитаний, связанное с влиянием мощного вулканизма, которое способствовало дестабилизации существовавших растительных сообществ. 4). Первые покрытосеменные имели мелкие листья с дезорганизованным жилкованием, позднее появляются цветковые с более крупными листьями и с упорядоченным жилкованием. Подобная схема эволюции ранних покрытосеменных выявлена и для флор Северной Америки. 5). В конце альба и в сеномане произошло одно из важных событий экологической эволюции покрытосеменных – освоение водной среды. 6). Покрытосеменные в апте и до середины альба были еще редким компонентом растительных сообществ, и только с конца альба и в сеномане они начинают играть роль эдификаторов. 7). В альб-сеноманское время произошла деструкция некоторых основных растительных формаций мезозоя и сложились новые типы растительных группировок – рипарийная платаноидная, кустарниковая розоидная и лесная лавроидная.

7.2. Среднемеловые растительные сообщества Северо-Западного Приморья и основные геологические и климатические события

Аптский век. Растения в раннеаскикаевское время произрастали на приморской заболоченной низменности, возможно, в зоне мангров и береговых маршей. Приморские долины были заняты влажными хвойно-цикадофитовыми лесами (*Elatides* и *Nilssonia*) с папоротниками *Onychiopsis*, *Birisia*, *Cladophlebis*, *Polypodites* в подлеске.

Цикадофиты являлись наиболее термофильной группой, и высокое участие их представителей в растительности, вероятно, свидетельствует о климатических оптимумах. Были подсчитаны значения цикадофитового индекса (Ц.И.), которые оказались самыми высокими для апта.

В это время углеобразованием были охвачены обширные регионы – Сибирь, Забайкалье, Дальний Восток. На Сихотэ-Алине начинается самая крупная трансгрессия, проявлено влияние области Тетис (Маркевич и др., 2000). В барреме-альбе Северо-Западной Пацифики произошла первая фаза бескислородных событий (Ocean Anoxic Event) с несколькими импульсами стагнации, наиболее отчетливо проявленными в апте и конце альба (Hirano, Tagaki, 1995). Развитие плотностной стратификации вод в океанах и эпиконтинентальных морях обычно связывают с резким ростом продуктивности планктона и наннопланктона, которая возрастает при крупных трансгрессиях и потеплениях климата. Эти глобальные абиотические события находили свое отражение в разрезах Северо-Западного Приморья накоплением угленосных прослоев и формированием термофильного облика флоры.

Альбский век

В раннеальбское время на территории Северо-Западного Приморья простиралось море с изливавшимися подводными вулканами. Господствует био-

та двустворок (ауцеллин и иноцерамид) и аммонитов, характерных для Северо-Тихоокеанской провинции (Маркевич и др., 2000), что свидетельствует о некотором похолодании.

Среднеальбское время. В первой половине среднего альба усиливается вулканическая активность, море отступает, оставляя заболоченную низину с береговой вулканической грядой. Вновь образованную сушу первыми заселяли чекановскиевые и покрытосеменные *Sapindopsis, Laurophyllum, Dicotylophyllum, Nyssidium, Onoana*, а также хвойные *Athrotaxopsis expansa* и *Sequoia reichenbachii*. Приморские равнины занимала разнообразная растительность, верхний ярус состоял из *Elatides, Athrotaxopsis, Sequoia, Taxites, Torreyites, Sphenolepis, Cyparissidium, Desmiophyllum Podozamites, Nilssonia, Ptilophyllum, Czekanowskia*, нижний - из *Equisetum, Gleichenites, Onychiopsis, Birisia, Anemia, Dicksonia, Cladophlebis* и *Lobifolia*.

Нарастающая вулканическая активность, формирование вулканических построек и, соответственно, гористого рельефа, способствовали становлению более контрастных климатических условий. Не исключено, что все это привело к формированию смешанных растительных сообществ, как антракофильных, так и антракофобных.

В среднеальбских флорах сокращается участие термофильных элементов, снижается значение Ц.И. по сравнению с аптским временем, обусловленное похолоданием.

Во второй половине среднего альба отмечается наивысший пик наземной вулканической активности, море остается на крайнем севере Алчанского бассейна. На этом временном отрезке территория Северо-Западного Приморья представляла собой вулканическую область. В фитоценозах более значимая роль принадлежит орофитам *Torreyites, Pseudolarix, Sequoia*. Доминируют папоротники *Anemia, Gleichenites, Birisia, Arctopteris*, предпочитавшие довольно сухие условия. Растительные формации, характерные для гумидного климата, деградируют.

В паузах между активными проявлениями вулканизма формируются заболоченные долинные участки, занятые *Elatides, Podozamites, Nageiopsis, Ctenis, Nilssonia* и *Taeniopteris* с папоротниками и хвощами.

Для этого времени отмечается повышение значения Ц.И., что должно указывать на некоторое потепление климата.

В позднем альбе район представлял собой череду горных гряд и речных долин с отдельными вулканическими постройками; море существует на крайнем севере Алчанского бассейна.

В начале позднего альба древесно-кустарниковая склоновая растительность состояла преимущественно из представителей сосновых, при некотором участии таксодиевых. Во влажных местообитаниях доминируют кейтониевые, чекановскиевые и папоротники *Gleichenites, Osmunda*. Отмечается участие покрытосеменных *Sapindopsis, Sassafras, Quercophyllum, Araliaephyllum, Laurophyllum, Dicotylophyllum*.

Значение Ц.И. для этого времени резко падает, фиксируя похолодание, которое также подтверждается участием в растительных сообществах характерных элементов геофлоры *Phoenicopsis* и сибирского беннеттита *Neozamites*.

В середине позднего альба вулканическая активность несколько ослабела, рельеф впадины стал значительно расчлененным, с более обширными речными долинами и небольшими озерами. Разнообразие ландшафтов способствовало увеличению разнообразия растительных сообществ. В них заметную роль стали играть цикадофиты как влажных (*Nilssonia, Taeniopteris, Ctenis*), так и засушливых (*Cycadeoidea, Zamiophyllum, Otozamites*) местообитаний.

Значение Ц.И. возросло. Наряду с типичными растениями субтропиков (*Cycadeoidea, Zamiophyllum* и др.) в фитоценозах принимают участие растения умеренной зоны (чекановскиевые). Для флор отмечается наивысшее таксономическое разнообразие, которое возрастает при благоприятных условиях, обычно во времена климатических оптимумов.

Впервые цветковые начинают преобладать в захоронениях. В прибрежной растительности обильны *Sapindopsis, Kenella, Sassafras, Celastrophyllum, Laurophyllum* и *Dicotylophyllum*, немногочисленны *Quercophyllum, Araliaephyllum, Platanophyllum.* Крайне редки листья *Cinnamomoides, Vitiphyllum, Cissites, Lindera, Dicotylophyllum* и плоды *Kenella*.

В терминальном альбе в вулканической активности наступает пауза. Горные гряды и приречные низины были основными формами рельефа, причем равнинная часть, вероятнее всего, доминировала над горной. В это время происходит значительное обеднение состава растительности в результате вымирания во всех группах растений. Преобладают растительные сообщества с *Otozamites* и *Desmiophyllum*. Так как разнообразие является одним из индикаторов благополучия экосистем, такой его сброс во всех группах растений может говорить о реакции сообществ на наступивший биоценотический кризис.

Протекание кризиса можно проследить по изменению значений индекса когерентности, который приобретает отрицательное значение в интервале между позднеалчанским и столбовским комплексами, т.е., на границе альба и сеномана. На этом же рубеже происходит резкий сброс разнообразия флоры (феномен «бутылочного горлышка») и интенсификация процессов вымирания (количество исчезнувших таксонов преобладает над появившимися), знаменуя собой некомпенсированное вымирание и, таким образом, формирование "ценотического вакуума". Можно сказать, что кризис в это время переходит в драматическую фазу.

Сеноман. Происходит накопление отложений аллювиально-озерного генезиса. Флора резко отличается от алчанской. В ней доминируют цветковые, представленные платаноидами. Найдены водные покрытосеменные *Quereuxia, Cobbania, Potamogeton* и папоротники *Salvinia*. Это свидетельствует о резкой смене палеообстановок и связанной с нею коренному изменению доминантов древесной растительности. Среди хвойных отмечается увеличение разнообразия, состав папоротников остается почти неизменным.

Итак, в середине мела Северо-Западного Приморья произошли значительные геологические события (левосдвиговые дислокации, морская трансгрессия и потепление в апте, формирование структур растяжения, нарастание вулканической деятельности, регрессия моря и похолодание в альбе, пауза в активной вулканической жизни Сихотэ-Алинского пояса в сеномане), оказавшие большое влияние на развитие и коренную перестройку растительных сообществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщены результаты геологических, стратиграфических и палеонтологических исследований, проводившихся с начала 60-х годов XX века на территории Северо-Западного Приморья.

1. Выявлена последовательность стратиграфических подразделений (снизу вверх) – ассикаевская (сформированная прибрежно-морскими осадками окраинного моря) и алчанская (преимущественно вулканогенная) свиты, а также столбовская толща аллювиально-озерного генезиса.

2. Детально изучен и значительно пополнен таксономический состав ископаемых флор из вышеперечисленных стратиграфических подразделений. В настоящее время он представлен 116 родами и 226 видами. Выделено пять флористических комплексов.

3. Проведена корреляция апт-сеноманских отложений и дано палеонтологическое обоснование возраста свит, толщ и их частей. Установлен аптский возраст нижнеассикаевской подсвиты, альбский – верхнеассикаевской подсвиты и алчанской свиты, сеноманский – столбовской толщи. Предложена схема корреляции апт-сеноманских флор востока России.

4. Воссозданы условия формирования меловой флоры Северо-Западного Приморья и установлен состав растительных сообществ. В апте это были влажные хвойно-цикадофитовые леса с папоротниками, занимавшие приморские низменности. В альбе с активизацией вулканической деятельности на смену им приходят хвойные леса с орофитными элементами. В сеномане в аллювиальных долинах формируются ripарийные платановые леса; широкое развитие в озерах получает водная растительность.

5. Детально рассмотрено одно из важнейших биотических событий мелового периода - появление последнего высшего таксона сосудистых растений (покрытосеменных):

- В геологической летописи Алчанского бассейна покрытосеменные появляются в среднем альбе.

- Распространение цветковых связано с вымиранием термофильных беннеттитов, освободивших ряд экологических ниш.

- Ведущим экологическим фактором появления и становления покрытосеменных было возникновение нарушенных местообитаний, обусловленное влиянием мощного вулканизма, которое способствовало дестабилизации существовавших растительных сообществ.

- Покрытосеменные вначале были еще редким компонентом растительных сообществ и только с конца альба и в сеномане начинают играть роль эдификаторов.

6. Прослежено взаимодействие абиотических и биотических событий на рубеже раннего и позднего мела:

- Проведена реконструкция палеоклиматов на основе участия во флорах тепло-, ксеро- и гигрофильных элементов, а также изменения значений цикадофитового индекса. Наиболее теплыми были аптский век и вторая половина альбского. Трансгрессии моря в апте и середине альба обусловили повышенную влажность, отступление моря и нарастание вулканических процессов в середине и конце альба - некоторую сухость. В сеномане гумидность возрастает.

- Вулканическая и тектоническая деятельность находит свое отражение в составе растительных сообществ. В средне-позднеальбское время произошла деструкция некоторых основных растительных формаций мезозоя, таких как цикадофитовый "чапарраль", влажный хвойный лес с папоротниковым подлеском, и сложились новые типы растительных группировок – ripарийная платаноидная, кустарниковая розоидная и лесная лавроидная.

- Рассмотрено развитие биоценотического кризиса в среднем мелу Алчанского бассейна, достигшего апогея на границе раннего и позднего мела, фиксируемого резкой редукцией таксономического разнообразия всех групп флоры и превышением процессов вымирания над процессами появления новых видов.

По теме диссертации опубликовано 35 работ:

Монографии

Бугдаева Е.В., **Волынец Е.Б.,** Голозубов В.В., Маркевич В.С., Амельченко Г.Л. Флора и геологические события середины мелового периода (Алчанский бассейн, Приморье). Владивосток: Дальнаука, 2006. 205 с.

Блохина Н.И., Маркевич В.С., Бугдаева Е.В., Черепанова М.В., **Волынец Е.Б.,** Бондаренко О.В., Мельникова Т.А., Нарышкина Н.Н., Шуклина А.С. Формирование и преобразование разнообразия растительного мира российского Дальнего Востока в мезозое и кайнозое // Научные основы сохранения биоразнообразия Дальнего Востока. - Владивосток. 2006. С. 100-140.

Статьи в рецензируемых журналах

Амельченко Г.Л., Голозубов В.В., **Волынец Е.Б.,** Маркевич В.С. Стратиграфия Алчанского мелового эпиконтинентального бассейна (западный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеанская геология. 2001. Т. 20, № 1. С. 57-71.

Голозубов В.В., Амельченко Г.Л., Донг-У-Ли, **Волынец Е.Б.,** Маркевич В.С. История формирования Алчанского мелового эпиконтинентального бассейна (Северо-Западное Приморье) // Геотектоника. 2002. № 3. С. 53-65.

Волынец Е.Б., Неволина С.И. Новые данные по биостратиграфии апт-сеномана Приморья // Вестник Томского государственного университета. Серия “ Науки о Земле”. Приложение. №3 (II). Апрель 2003. С. 57-58.

Бугдаева Е.В., **Волынец Е.Б.,** Маркевич В.С., Неволина С.И., Голозубов В.В., Амельченко Г.Л. Биотические и абиотические события в меловое время в Приморье (Алчанский бассейн) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Геологический. Т. 79. Вып. 4. 2004. С. 58-67.

Волынец Е.Б. Апт - сеноманская флора Приморья. Статья 1. Флористические комплексы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2005. Т. 13. № 6. С. 58-76.

Волынец Е.Б. Апт-сеноманская флора Приморья. Статья 2. Корреляция флористических комплексов // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14, № 2. С. 105-116.

Krassilov V., **Volynets Ye**. Weedy Albian angiosperms // Acta Palaeobotanica Polonica. 2008. Vol. 48, N 2. P. 151-169.

E. B. Volynets. Diversity of Cretaceous Gymnosperms in the Alchan Depression of Primorye // Paleontological Journal. 2009. Vol. 43, N 10. C. 1339-1350.

Статьи в сборниках и материалах совещаний и конференций

Волынец Е.Б. Альбская флора алчанской свиты Приморья // Материалы научной конференции посвященной 110-летию со дня рождения А.Н. Криштофовича. Владивосток: Дальнаука. 1997. С. 23-24.

Волынец Е.Б. Ранние покрытосеменные в меловых флорах Приморья // Материалы междунар. конференции «Ритмы и катастрофы в растительном покрове Дальнего Востока». (Владивосток, 12-16 октября 2004 г.). Владивосток: БСИ ДВО РАН. 2005. С. 65-84.

Волынец Е.Б. Альбская флора хребта Синий (Сихотэ-Алинь) // Материалы III Междунар. симпозиума “Эволюция жизни на Земле”. Томск. 2005. С. 228-230.

Маркевич В.С., Неволина С.И., **Волынец Е.Б.** Позднемеловые флоры Алчанского бассейна (Северо-Западный Сихотэ-Алинь) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы III Всероссийского совещания, (Саратов, 26-30 сентября). СО ЕАГО, Саратов. 2006. С. 94-96.

Волынец Е.Б. Апт-сеноманские голосеменные Северо-Западного Приморья // Растения в муссонном климате: Материалы IV междунар. конференции. Владивосток: БПИ ДВО РАН. 2007. С. 182-189.

Бугдаева Е.В., Маркевич В.С., **Волынец Е.Б.** Каменные свидетельства позднепалеозойской и мезозойской истории растений (Дальний Восток) // Палеонтология и стратиграфия пермской системы в музейных экспозициях и частных коллекциях // Сборник научных работ. Кунгур. 2009. С. 41-52.

Тезисы докладов на всероссийских и международных конференциях, симпозиумах, конгрессах - 19.

Волынец Елена Борисовна

ГЕОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АПТ-СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Подписано в печать **27.12.2010** г. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1.2. Уч.изд. л. 1.2. Тираж 150 экз. Заказ № 15.

Отпечатано в типографии "БАЛС". Лицензия ПД № 20-0035. Владивосток