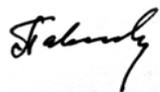


На правах рукописи

**ПАВЛЮТКИН Борис Иванович**



**ГЕОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

25.00.01. – общая и региональная геология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

Владивосток

2008

Работа выполнена в Дальневосточном геологическом институте ДВО РАН

**Официальные оппоненты:**

Член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор  
*Сорокин Анатолий Петрович* (ИГиП ДВО РАН, г. Благовещенск)

Доктор геолого-минералогических наук, профессор  
*Преображенский Борис Владимирович* (ТИГ ДВО РАН, г. Владивосток)

Доктор геолого-минералогических наук  
*Маркевич Валентина Саввична* (БПИ ДВО РАН, г. Владивосток)

**Ведущая организация:** Геологический институт РАН, г. Москва

Защита состоится «11» декабря 2008 г. в 10 час. на заседании Диссертационного Совета Д-005.006.01 по защите диссертаций на соискание ученой 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: office@fegi.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ДВО РАН по адресу: 690022, Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159.

Автореферат разослан «.....»

Ученый секретарь  
диссертационного совета

кандидат геол.-мин. наук



Б.И. Семеняк

**ВВЕДЕНИЕ. Актуальность проблемы.** Геология кайнозоя континентального сектора юга Дальнего Востока характеризуется повышенной сложностью прежде всего из-за отсутствия морских составляющих в коррелятных отложениях палеогена-неогена, а также территориальной разобщенности отдельных звеньев общего разреза при значительном их сходстве как по литологическому облику, так и по составу соответствующих палеофлор. Названные объективные причины во многом определяют значительные расхождения между существующими теоретическими представлениями, отраженными в последовательном ряду региональных стратиграфических схем кайнозойского комплекса, и практической стратиграфией, разрабатываемой в процессе геолого-съёмочных работ. К настоящему времени эти несоответствия достигли критических значений. Без снятия наиболее очевидных из них, в первую очередь по отношению к территории Приморья, традиционно рассматриваемой как базовый регион при разработке стратиграфических схем для юга континентальной части Дальнего Востока, дальнейшие перспективы развития стратиграфии кайнозоя как основы региональной геологии выглядят довольно неопределенными.

**Цель и задачи исследования.** Основной целью исследования является разработка нового варианта стратиграфической схемы кайнозойского комплекса континентального юга Дальнего Востока как основы для выявления закономерностей его формирования.

При этом решались следующие задачи: а) уточнение существующей классификации кайнозойских седиментационных бассейнов региона с внесением необходимых изменений в схему районирования территории; б) типификация как известных, так и новых региональных стратиграфических горизонтов с литологической и палеофлористической характеристикой их стратотипических разрезов; в) увязка существующих теоретических представлений по лито- и фитостратиграфии кайнозоя региона с фактическим материалом, полученным в последние десятилетия; г) выявление основных этапов развития палеофлоры на кайнозойском отрезке геологической истории региона и ее связь с палеофациальными и палеоклиматическими условиями.

**Фактический материал.** Представленная работа носит комплексный характер. Решение поставленных задач базируется в основном на геологических материалах, полученных автором при участии в геолого-съёмочных и тематических работах в составе структурных подразделений Приморского геологического объединения в период 1973–97 гг., и на результатах более поздних геологических и палеофлористических исследований автора в составе лаборатории региональной геологии и тектоники ДВГИ ДВО РАН. Первая составляющая фактического материала включает передокументацию и комплексное опробование керн многих сотен буровых скважин, а также геологическое описание и опробование основных разрезов третичных отложений как в естественных

обнажениях, так и в горных выработках. Вторая основана на результатах изучения автором коллекций макрофитофоссилий ( $\approx 6000$  экземпляров отпечатков листьев, облиственных побегов, плодов и семян), собранных им из основных местонахождений третичных флор Приморья. Кроме того, использованы данные макро- и микрофлористических (спорово-пыльцевой и диатомовый анализы) определений, выполненных другими палеоботаниками по материалам автора, привлекаются результаты радиоизотопного датирования (трековый метод), полученные также по материалам автора. Наконец, проанализированы и учтены данные по теме исследования, содержащиеся в основных опубликованных и фондовых литературных источниках.

Главный методический принцип, использованный автором при решении поставленных задач, заключается в комплексности исследований и, по возможности, непротиворечивой увязке результатов, полученных разными методами.

**Научная новизна работы.** Обоснован позднеэоценовый возраст усть-давыдовской свиты – ключевого третичного стратона Приморья (ранний – средний миоцен, согласно официальным стратиграфическим документам). Пересмотрен официально принятый (ранний – средний миоцен) возраст павловской свиты: он соответствует уровню поздний эоцен – олигоцен. Доказана преемственность краскинской («энгельгардиевой») флоры по отношению к флоре подстилающей хасанской свиты (поздний эоцен). Возраст краскинской флоры и ее аналогов – ранний олигоцен. На базе **слоев с *Fagus chankaica***, предложено выделить новокачалинскую свиту ( $M \geq 200$  м) и одноименный горизонт. Обоснован значительный стратиграфический перерыв (плиоцен) между усть-суйфунской и суйфунской свитами. В составе усть-суйфунской свиты выделено два фитостратиграфических уровня: нижний, «традиционный» и верхний – с новым типом флоры. Доказана определяющая роль Восточно-Азиатского зимнего антициклона в формировании растительного покрова Приморья и прилегающей территории, начиная с олигоцена.

#### **Основные защищаемые положения.**

1) Разработанный новый вариант стратиграфической схемы кайнозойского комплекса территории, включающий 13 региональных горизонтов (в их числе – пять новых), – основа для восстановления последовательности и условий его формирования.

2) Соотношение назимовской и хасанской свит – ключ к решению основных проблем стратиграфии кайнозоя региона. Ранее считавшиеся разновозрастными, они соответствуют одному, позднеэоценовому уровню, при этом назимовская свита – поздний синоним хасанской. Это предопределяет пересмотр возраста ряда региональных стратиграфических подразделений палеогена – неогена.

3) Граница между тафлофорами палеогенового и неогенового облика в регионе не совпадает с рубежом хатт/аквитан, а проходит ниже, на уровне рюпель/хатт, что имеет принципиальное значение при разработке стратиграфии кайнозоя территории и межрегиональных корреляциях.

4) Восточно-Азиатский зимний антициклон – один из основных флорообразующих факторов в позднем кайнофите юга Дальнего Востока, ограничивающий возможности непосредственной (без введения поправок) корреляции миоценовых континентальных и островных флор и вмещающих их осадочных комплексов.

**Практическое значение работы.** Научные результаты и разработанная региональная стратиграфическая схема кайнозоя могут служить базой при разработке легенд к геологическим картам различного масштаба. Частично они уже использованы в геолого-съёмочной практике при составлении геологических карт территории Приморья м-ба 1 : 50 000, сводной карты региона м-ба 1 : 1000 000, а также при геологическом доизучении м-ба 1 : 200 000. Выводы о последовательности формирования и возрасте угленосных толщ в кайнозойских впадинах региона могут быть использованы при поисках и разведке бурогольных месторождений.

**Апробация работы.** Результаты, полученные при анализе фактического материала, отражены в геолого-съёмочных и тематических отчетах автора (геологические фонды), а также в 50 публикациях, включая 4 монографии. Различные аспекты работы доложены автором в сообщениях: на научно-практической конференции *Стратиграфия кайнозоя Дальнего Востока* (Владивосток, 1985 г.), IV Дальневосточном региональном стратиграфическом совещании (Хабаровск, 1990 г.), научной конференции к 110-летию со дня рождения Африкана Николаевича Криштофовича (Владивосток, 1997 г.), Международной конференции *Человеческий фактор и природные процессы в окружающей среде* (Сиань, КНР, 2001 г.), Международном симпозиуме *Эволюционные идеи в биологии* (Владивосток, 2001 г.), на семинаре в институте морской геологии (Шанхай, КНР, 2003 г.) в докладе *Восточноазиатский зимний муссон в свете палеоботанических данных*, Международном междисциплинарном научном симпозиуме *Закономерности строения и эволюции геосфер* (Владивосток, 2005 г.). Кроме того, рабочие обсуждения проходили в период до 1997 г. на семинарах и заседаниях научно-технического совета ПГО «Приморгеология».

**Структура и объем работы.** Текстовая часть диссертации состоит из шести глав, Введения и Заключения. Текст, изложенный на 322 страницах, включая 60 рисунков, 3 текстовые таблицы и список литературы из 375 названий (из них 43 иностранных и 23 фондовых), сопровождается 50 фототаблицами ископаемых растений и графическим приложением (*Стратиграфическая схема...*).

**Благодарности.** В процессе многолетней работы при решении поставленных задач автор в разное время пользовался помощью и консультациями коллег из различных научных и производственных организаций России: Аблаева А.Г., Ахметьева М.А., Баркалова В.Ю., Беляниной Н.И., Боровского А.Д., Бугдаевой Е.В., Волынец Е.Б., Вржосека А.А., Ганзея С.С., Голозубова В.В., Захарова Ю.Д., Кадета В.В., Кемкина И.В., Климовой Р.С., Коваленко С.В., Кожевникова А.Е., Короткого А.М., Кузьмина Я.В., Кутуб-Заде Т.К., Машиновского А.И., Маркевич В.С., Микишина Ю.А., Митюревой Е.В., Михайлик Т.М., Неволиной С.И., Олейникова А.В., Паничева А.М., Петренко Т.И., Попова В.К., Пушкаря В.С., Разжигаевой Н.Г., Рыбалко В.И., Рынкova В.С., Сазонова В.Г., Чекрыжова И.Ю., Черепановой М.В. Всем им автор весьма признателен. Автор благодарен И.А. Ильинской за ее постоянное доброжелательное отношение, дружеские советы и помощь. Особо хотелось бы поблагодарить академика А.И. Ханчука, чья помощь и практические советы были весьма полезными при работе над диссертацией.

## **Глава I. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ В ИЗУЧЕНИИ ГЕОЛОГИИ КАЙНОЗОЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Становление фитостратиграфии и палеофлористики кайнозоя региона связано в первую очередь с именами Б.М. Штемпеля, В.З. Скорохода, Г.М. Власова, А.Н. Криштофовича, М.А. Ахметьева, А.Г. Аблаева, Т.Н. Байковской, В.А. Красилова, А.П. Сорокина, В.Г. Варнавского, А.М. Короткого, В.С. Пушкаря, Л.А. Баскаковой, Р.С. Климовой, С.И. Неволиной, М.Д. Болотниковой, Н.С. Громовой, И.Б. Мамонтовой, А.И. Моисеевой, Г.С. Ганешина. Весомый вклад в решение названных проблем внесли В.В. Федотов, Г.М. Пименов, А.К. Седых, А.В. Олейников, В.И. Рыбалко, Т.Н. Болотникова, Т.И. Демидова, Е.И. Царько, Т.И. Петренко, Н.И. Блохина, А.С. Кундышев, Н.Б. Верховская, И.Н. Шмидт.

Примерно до начала 1950-х годов стратиграфические и палеоботанические исследования третичных отложений региона носили преимущественно эпизодический и разрозненный характер. В их числе необходимо отметить в первую очередь работы А.Н. Криштофовича (1921–1946), Б.М. Штемпеля (1926), В.З. Скорохода (1941). Однако становление стратиграфии палеогена – неогена региона связано с именем Г.М. Власова, пересмотревшего возрастную позицию ряда третичных стратонов. Ему принадлежит авторство в выделении надеждинской, усть-давыдовской и некоторых других свит. Первая региональная стратиграфическая схема третичного комплекса Приморья основывалась во многом на сформулированных им положениях, хотя она, наряду с несомненными достоинствами, несла в себе недостатки, связанные со слабым палеонтологическим обоснованием возраста выделенных стратонов. К началу 1950-х годов еще ни одна ископаемая флора Приморья не была монографически обработана, что позволяло трактовать возраст соответствующих фитокомплексов и вмещающих

их свит в значительной мере условно. Именно так это и произошло с усть-давыдовской свитой: первоначальное заключение о ее соответствии палеогеновому уровню (Штемпель, 1926) было Г.М. Власовым изменено в направлении значительного омоложения возраста.

Важную роль в развитии региональной палеофлористики сыграло обнаружение С.И. Невוליной меловых растений в слабоугленосных, считавшихся третичными, отложениях в приустьевой части р. Гладкой на юге Приморья. Именно эта находка инициировала вопрос об исправлении главной стратиграфической ошибки, допущенной в результате пересмотра возраста усть-давыдовской свиты на п-ове Речной.

Следующий этап в изучении проблем стратиграфии и флоры палеогена – неогена региона начался в 1970-х годах с пересмотра возраста флоры Краскино, датированной, согласно исследованиям А.Н. Криштофовича (1921, 1937), ранним олигоценом. В новой интерпретации, флоры, аналогичные краскинской, сопоставлялись с широко известной к тому времени японской миоценовой флорой Daijima. Указанная ревизия обусловила существенное изменение стратиграфической схемы палеогена – неогена региона (Решения..., 1982). Однако, разработанная во многом «под идею» схема оказалась в очевидных противоречиях с геологическими и палеоботаническими данными. Главное из них – присутствие палеоцен-эоценовых растений в «миоценовых» свитах.

Своеобразный итог вышеуказанному этапу подведен в монографии *Палеоген и неоген Приморья и Приамурья* (Варнавский и др., 1988). Это – первое после неопубликованной работы Г.М. Власова (1949 г.) обобщение накопленных к началу 1980-х годов геологических данных по палеоген-неогеновым образованиям юга континентальной части Дальнего Востока.

Последовавшие затем изменения в новом варианте стратиграфической схемы (Решения..., 1994) не устранили возникших несоответствий с фактическим материалом. Стало очевидным, что без устранения хотя бы наиболее явных противоречий дальнейшие перспективы изучения третичных отложений региона выглядят довольно проблематичными. Во многом это и определило выбор автором темы исследования.

## **Глава II. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО ТИПУ СТРОЕНИЯ ТРЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСА**

Палеоген-неогеновые отложения в регионе пространственно и генетически связаны с наложенными кайнозойскими впадинами (депрессиями), представляющими собой рифтоподобные структуры типа асимметричных односторонних грабенов. Каждая впадина представляет собой отдельный седиментационный бассейн со своей оригинальной историей развития, что находит отражение, прежде всего, в строении осадочного (или вулканогенно-осадочного) чехла. Впадины, при определенных, нередко кардинальных разли-

чиях, имеют и немало общего, что позволяет объединять их в группы прежде всего по типу строения конформного комплекса осадков. На этом основано деление территории на структурно-формационные зоны (СФЗ), оформленное в виде соответствующих схем.

В данной работе за основу принята схема районирования, разработанная В.Г. Варнавским (1977). Значительно модернизированная позднее (Решения..., 1994) по сравнению с исходным вариантом, она лишь несколько изменена и дополнена автором по отношению к территории Приморья (рис. 1). Последняя, как и ранее, разделена на три СФЗ: **А** – зона Ханкайского массива, **Б** – Западно-Сихотэ-Алинская зона, **В** – зона Восточно-Сихотэ-Алинская (=Прибрежная). СФЗ **А** разделена на две подзоны: Северную (**А-I**) и Южную (**А-II**). Подзоны различаются по строению осадочного чехла, его мощности и степени угленасыщенности. Хасанскую подзону, ранее включаемую в Западно-Сихотэ-Алинскую СФЗ, по нашему мнению, более логично рассматривать в составе Восточно-Сихотэ-Алинской (=Прибрежной) СФЗ, одним из основных признаков которой является чередование в разрезах третичного комплекса туфогенно-осадочных пород и вулканитов, в т.ч. контрастной серии. Также, по мнению автора, целесообразно выделить в составе Западно-Сихотэ-Алинской СФЗ Раздольненскую подзону. Для нее характерно продолжение активного осадконакопления в неогене. В составе Западно-Сихотэ-Алинской СФЗ, кроме Раздольненской подзоны (**Б-I**), выделены Южная (**Б-II**), Центральная (**Б-III**) и Северная (**Б-IV**). Ранее принятое деление Прибрежной СФЗ на подзоны (кроме вновь введенной Хасанской) сохранено в прежнем виде.

### **Глава III. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ И СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ**

При рассмотрении методических вопросов необходимо определиться с иерархией различных методов стратиграфических исследований по степени их важности. По мнению автора, не следует отдавать заведомый приоритет какому-либо конкретному методу при том, что остальные, как это наблюдается на практике, учитываются лишь постольку, поскольку не противоречат выводам, полученным «главным» методом.

В работе уделяется большое внимание проблеме типификации региональных и местных стратонов, ибо стало уже нормой предлагать новые номенклатурные единицы без должного описания типов, не говоря же об авторстве и этимологии, в результате появились свиты без указания авторов, типовых разрезов и их детальной характеристики, без учета требований и рекомендаций, зафиксированных в Стратиграфическом кодексе (СК).

Следует остановиться на еще одном негативном аспекте региональной стратиграфии. Он выражается в предложениях решать сложные, «кризисные» стратиграфические проблемы через введение в геологическую практику новых стратонов, созданных на основе

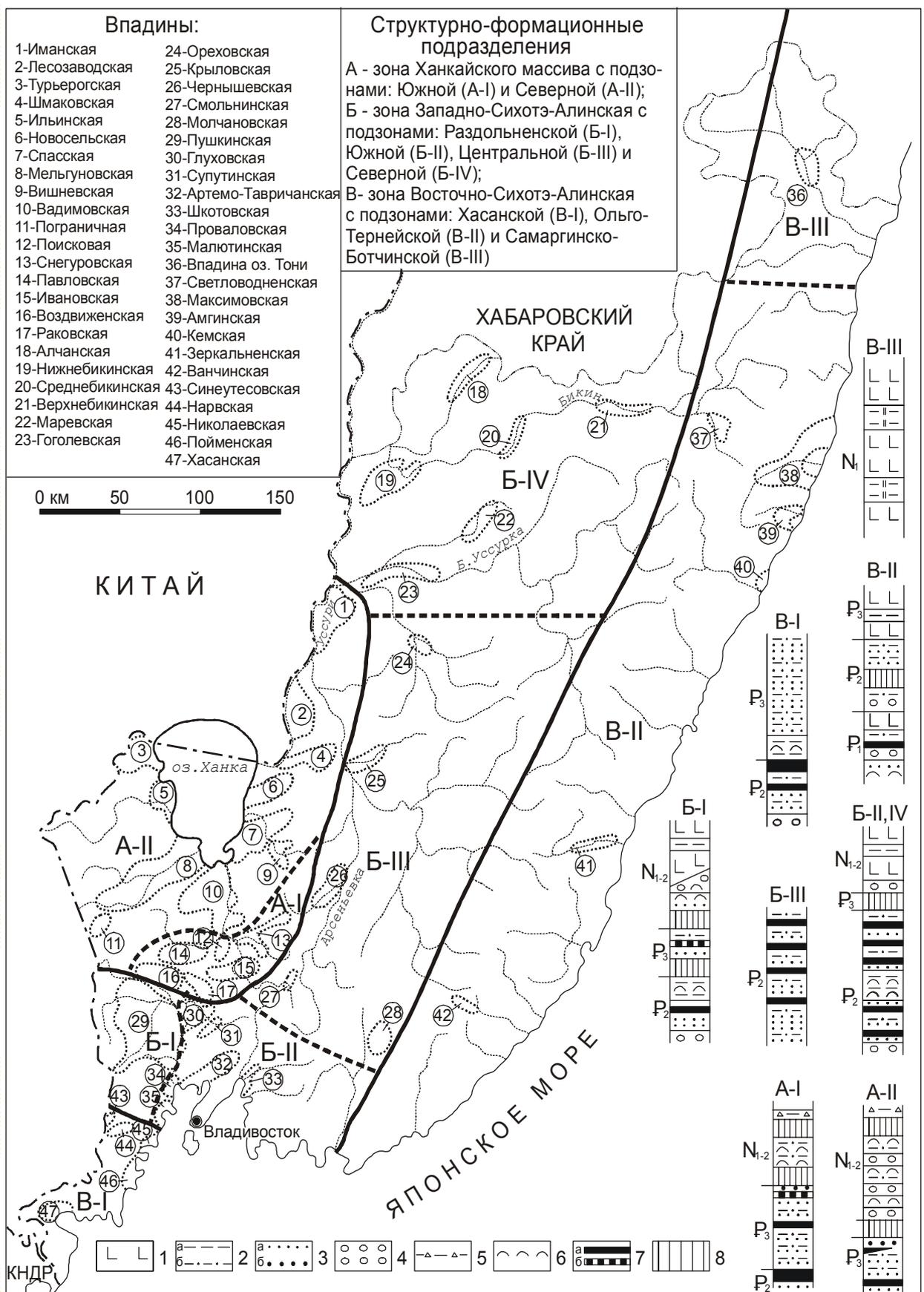


Рис. 1. Схема районирования территории Приморья по типу строения чехла третичных впадин, по В.Г. Варнавскому (Решения..., 1994), с изменениями и дополнениями автора.  
 1 - вулканиты основного состава; 2 - аргиллиты (а), алевролиты (б); 3 - песчаники (а), гравийники (б); 4 - галечники; 5 - щебни в глинистом заполнителе; 6 - туфы, туффиты; 7- угли (а), углистые алевролиты, лигниты (б); 8 - стратиграфические перерывы.

произвольных комбинаций из ранее выделенных стратиграфических подразделений. Такие предложения, по мнению автора, противоречат главной линии составителей СК, выражающейся в максимальной нейтрализации негативных последствий прежних недостаточно продуманных решений, а не создания новых. Ведь в случае принятия упомянутых предложений, во всех последующих упоминаниях авторы будут вынуждены объяснять в каком объеме они использовали название соответствующего стратона в данном контексте.

К принципиально важному вопросу следует отнести все связанное с понятием *стратиформный объект*. Это особенно актуально для Западно-Сихотэ-Алинской и Прибрежной СФЗ, где широко развиты обширные базальтовые плато, занимающие многие сотни квадратных километров. Проблема важна еще и потому, что лавовые комплексы включают в себе пакеты осадочных или туфогенно-осадочных пород с растительными остатками. В Прибрежной СФЗ дополнительные трудности возникают из-за развития здесь не только покровов базальтовых лав, но и наличия контрастных вулканитов, включающих породы кислого вулканического ряда. Автор рассматривает вулканические покровы базальтовых плато как стратиформные объекты, тогда как лавовые фации кислых вулканитов третичного возраста, не формирующие в регионе обширных покровов, не включаются в состав стратифицированного комплекса и относятся к экструзивным образованиям.

#### **Глава IV. СТРАТИГРАФИЯ КАЙНОЗОЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

В разработанном автором варианте Стратиграфической схемы (*Приложение*) фигурирует 13 региональных горизонтов; суйфунский горизонт, характеризовавший в прежних схемах плиоценовый уровень, рассматривается в составе четвертичной системы (эоплейстоцен). Границы большинства горизонтов в схеме приняты совпадающими с границами подотделов и ярусов Общей стратиграфической шкалы, хотя типифицирующие их свиты обнаруживают в ряде случаев более сложные взаимоотношения с ними. В качестве мел/палеогеновой границы в Верхнем Приамурье принят рубеж, разделяющий средне- и верхнецагаянскую подсвиты в разрезе континентальных угленосных отложений Зейско-Буреинской впадины (Красилов, 1976). В Приморье этой границе отвечает подошва тахинской свиты, залегающей с размывом на верхнемеловой левособолевской свите.

#### **ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА**

##### **ПАЛЕОЦЕН**

Автором принимается вариант, согласно которому в составе палеоцена выделяется два региональных горизонта: верхнецагаянский и кивдинский (Решения..., 1994).

##### **Верхнецагаянский горизонт**

Верхнецагаянский горизонт типифицируется верхнецагаянской подсвитой, залегающей с размывом на отложениях среднего цагаяна. Разрез подсвиты на правом берегу р. Буреи

ниже впадения в нее р.Дармакан включает, согласно данным В.А. Красиловой (1970), три литологические пачки, в составе которых преобладают пески, гравийники, а в основании разреза – галечники, отмечаются кроме того угольные пласты. Общая мощность – 65 м. В Стратиграфической схеме, разработанной автором, она принимается равной 100 м.

Во флоре верхнецагайянской подсвиты, по данным В.А. Красиловой (1976), доминируют *Tiliaephyllum tsagajanicum* (Krysht. et Baik.) Krassil., *Trochodendroides*, *Trochodendrocarpus*, «*Platanus*» *raynoldsii* Newb., *Menispermities*. Возраст верхнего цагаяна, согласно В.А. Красиловой, соответствует верхнедатскому подъярису. В официальной Стратиграфической схеме (Решения..., 1994) и в разработанном автором варианте он принят как датский.

В верхнецагайянской палинофлоре высока роль морфологических групп, близких к сосновым и кипарисовым, при одновременном сокращении участия таксодиевых. Резко снижается доля растений, продуцировавших пыльцу типов «*unica*» и «*oculata*». Сохраняются лишь редкие *Orbiculapollis lucidus* (Chlon.) Chlon., *Pentapollenites normales* Takah. и несколько видов из рода *Aquilapollenites* (Флора и динозавры..., 2001).

В Приморье аналогом верхнецагайянской подсвиты является тахобинская свита, залегающая, согласно В.И. Рыбалко (Варнавский и др., 1988), на коре выветривания, развитой в кровле левособолевских эффузивов. В разрезе свиты песчаники чередуются с алевролитами, туфами и туффитами. Мощность свиты ≈ 100 м.

Ведущими элементами тахобинской флоры, по заключению А.Г. Аблаева (1974), являются *Metasequoia disticha* (Heer) Miki, *Cupressinocladus sveshnikovae* Ablaev, *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, а также *Alnites*, *Ulmus*. Ее возраст датируется им данием, хотя не исключается некоторое смещение верхней границы в собственно палеоцен в его прежнем понимании (без датского яруса).

### **Кивдинский горизонт**

Горизонт типифицируется одноименной свитой, распространенной в пределах Зейско-Буреинской депрессии. Согласно данным А.М. Нарышкиной (1973), кивдинская свита (=слои) залегает с постепенным переходом на верхнецагайянской подсвите. В ее составе выделены две толщи (снизу): 1) преимущественно песчаниковая и 2) преимущественно глинистая с угольными пластами. Мощность рабочего пласта «Верхний» достигает 5–7 м, а общая мощность свиты – 34–52 м.

В кивдинской флоре, согласно А.М. Камаевой (1990), доминирующие позиции занимают *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, *Taxodium dubium* (Sternb.) Heer. Довольно обычны *Pterospermities*, *Grewiopsis*. Возраст свиты соответствует позднему данию. В спорово-пыльцевом комплексе (Мамонтова, 1977) преобладают голосеменные. В группе покрытосеменных видную роль играют *Mugisa*,

*Comptonia*, *Carya*, *Quercites sparsus* (Mart.) Samoil., *Ulmoideipites*, *Moraceae*. Весьма характерно разнообразие пыльцы стеммы *Postnormapolles*: в отдельных случаях она составляет в сумме более половины всего спектра. Возраст кивдинской палинофлоры соответствует интервалу поздний даний – танет. В Приморье кивдинскому горизонту, вероятно, отвечает тадушинская свита с «березовым» фитокомплексом Устиновского карьера в Зеркальненской впадине, а также кузнецовские и суворовские базальты (Прибрежная СФЗ).

## ЭОЦЕН

В авторском варианте стратиграфической схемы уровню эоцена в Приморье отвечают три горизонта: угловский, надеждинский, усть-давыдовский.

**Угловский горизонт.** Горизонт типифицируется угловской свитой (п-ов Речной, Артемо-Тавричанская впадина), выделенной по предложению Б.М. Штемпеля (1926). Свита залегает с размывом на нижнемеловых углистых сланцах. Базальный слой, мало-мощный, сложен кремнистой галькой и угловатыми обломками подстилающих пород в глинистом заполнителе. Разрез наращивается толщиной мелко- и среднезернистых песчаников и туфоалевролитов с прослоями сидеритовых конкреций, с шестью пластами бурого угля. Переход к вышелегающей надеждинской свите постепенный, по появлению коричнево-серых алевролитов и аргиллитов. Мощность свиты – 230 м.

Г.М. Власов датировал возраст угловской свиты поздним эоценом – ранним олигоценом. В принятой Стратиграфической схеме (Решения..., 1994) возраст свиты рассматривается в широком интервале (поздний палеоцен – ранний олигоцен), в авторском варианте схемы он ограничивается ранним эоценом с возможным удревнением до позднего палеоцена для базальных грубообломочных слоев. На основании данных спорово-пыльцевого анализа, возраст угловского палинокомплекса оценивается Т.И. Петренко в пределах эоцена (Павлюткин, Петренко, 1993). На это указывает прежде всего участие пыльцы характерных для эоцена видов рода *Quercus*: *Q. gracilis* Boitz., *Q. graciliformis* Boitz., *Q. conferta* Boitz., а также *Quercites sparsus* (Mart.) Samoil. Весьма показательное участие пыльцы формальных таксонов (*Triporopollenites*, *Triatriopollenites*, *Tricolpopollenites*, *Pseudoplicapollis* и др.), но в количестве существенно меньшем, чем в палеоценовых палинокомплексах, где их содержание достигает десятков процентов.

В соседней Шкотовской (=Майхинской) впадине уровню угловского горизонта отвечает нижняя угленосная толща, которую некоторое время относили к майтунскому (как считалось, более древнему по отношению к угловскому) горизонту (Геология СССР..., 1969). Ее литологический состав мало чем отличается от такового в стратотипе угловской свиты на Речном: в нем также преобладают песчаники, алевролиты с несколькими пластами угля и грубообломочными базальными слоями. Мощность – 200 м.

В составе коллекции растительных остатков из верхних слоев разреза свиты автором установлено присутствие *Menispermities* sp., *Trochodendroides* ex gr. *arctica* (Heer) Berry, *Platanus zhuravlevii* Medjul., *P. basicordata* Budants., *Platanus* sp., *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Trema asiatica* (Borsuk) Tanai, *Alnus ezoensis* Tanai, *Salix* sp., *Populus eowightiana* (Endo) Tanai et Uemura, *Plafkeria basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai, *Vitis sachalinensis* Krysht. – типичных элементов эоценовых флор.

Спорово-пыльцевой комплекс из 10 проб (коллекция автора), по заключению Т.И. Петренко, не отличается сколько-нибудь заметно от такового из стратотипа угловской свиты. Аналоги этой свиты в Реттиховской (Юго-Западная мульда), Чернышевской и Крыловской впадинах также характеризуются алевролитно-песчаниковым составом, промышленной угленосностью и похожим составом палинофлоры.

В Нижнебикинской впадине угловскому горизонту отвечает нижняя угленосная толща, фигурирующая в Стратиграфической схеме (Решения..., 1994) как угловская свита. Залегаёт она с угловым несогласием на докайнозойском основании и согласно перекрывается отложениями лучегорской свиты. В основании повсеместно отмечается грубообломочный базальный слой. Разрез построен циклично, циклы начинаются с песчаников, редко – с мелкогалечных конгломератов и заканчиваются алевролитами и аргиллитами, включая их углистые разности. В составе свиты – три группы угольных пластов. Мощность ее в центральной части депрессии достигает 850 м.

В авторской коллекции растительных остатков (кровля угольного пласта 16) преобладают отпечатки листьев *Populus eowightiana* (Endo) Tanai et Uemura, кроме того единично встречены *Equisetum arcticum* Heer, *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, *Glyptostrobus europaeus* (Brongn.) Heer, *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, *Platanus* sp., *Protophyllum* sp., *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Alnus subezoensis* Tanai, *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., «*Acer*» *arcticum* Heer\*. Кроме «транзитных» *Metasequoia* и *Glyptostrobus*, остальные виды характерны для эоцена различных районов Дальнего Востока и прилегающего зарубежья.

В Прибрежной СФЗ вероятные аналоги угловской свиты известны в Зеркальненской и Ванчинской впадинах. Разрезы здесь отличаются повышенной туфогенностью, грубообломочным составом и выраженной в различной степени угленосностью.

**Надеждинский горизонт.** Горизонт типифицируется одноименной свитой, стратотип которой на п-ове Речной непосредственно наращивает угловскую свиту. Первоначально этот стратон именовался глинисто-сланцевой толщей (Штемпель, 1926). Позднее Г.М. Власов (1949ф) выделил на его базе свиту, для которой предложил название

*надеждинская*. В составе надеждинской свиты преобладают коричнево-серые и кремво-серые слаботуфогенные аргиллиты и алевролиты. Верхняя ее граница постепенная, по появлению прослоев мелкозернистых уплотненных песков. В породах свиты отмечается ракушечный детрит, плохо сохранившиеся раковины пресноводных двустворчатых моллюсков и гастропод, также довольно обычны сидеритовые конкреции. В последних нередко обнаруживаются растительные остатки, включая отпечатки листьев. Мощность надеждинской свиты, согласно Б.М. Штемпелю, – 380 м.

В авторской коллекции из надеждинской свиты на Речном, Р.С. Климовой определены *Platanus cf. guillelmae* Goep., *Zelkova cf. kushiroensis* Oishi et Huz., *Fagus cf. antipovii* Heer, *Alnus cf. onorica* Bors., *Pterocarya cf. aralica* Budants. *Carya cf. ezoensis* Tanai, *Populus cf. hornensis* Knowlt., *Alangium cf. basiobliquum* (Oishi et Huz.) Tanai, *Ziziphus cf. harutoriensis* Tanai, *Cordia cf. japonica* Tanai, а также остатки однодольных *Arundo*, *Typha*. Состав фитокомплекса позволяет говорить о его родстве с эоценовыми японскими флорами из угленосных формаций о-ва Хоккайдо. Флора из нижней части разреза надеждинской свиты в типовой местности, известная как болотнинская, отличается повышенной термофильностью, а возраст ее не выходит за пределы среднего эоцена (Аблаев, 2000).

Таксономический состав палиноспектров из стратотипа свиты, по заключению Т.И. Петренко (Павлюткин, Петренко, 1993), отражает тип растительности, переходный от теплоумеренного к субтропическому. Разнообразие семейства гаммелидовых, присутствие пыльцы палеогеновых видов рода *Quercus*, некоторых коррелятивных таксонов (*Loranthus elegans* I. Kulkova, *Cardiospermum notabile* I. Kulkova, *Rhus ustjurtensis* Boitz.), характерных для эоценовых палинофлор различных регионов, а также формальных родов – все это указывает на палеогеновый (эоцен) возраст соответствующих отложений. Аналогичные результаты получены для надеждинской свиты в Пушкинской впадине (скв. 227) при более детальном, по сравнению со стратотипом, опробовании разреза.

В Шкотовской впадине уровню надеждинского горизонта отвечает туфоалевролитовая толща ( $\approx 100$  м), разделяющая нижнюю (угловскую) и верхнюю угленосные свиты. Ранее она включалась В.В. Медведевым (1966) в состав майтунской свиты в качестве ее верхней подсвиты, но позднее (Решения..., 1982) стала рассматриваться как аналог надеждинской свиты Артемо-Тавричанской депрессии.

В Нижнебикинской впадине непродуктивная (безугольная) толща, известная также еще как лучегорская свита (Решения..., 1994), в литологическом отношении не отличается от надеждинской свиты в Южном Приморье. В ее составе преобладают туфоалевролиты и туфоаргиллиты с подчиненными прослоями мелкозернистых песчани-

---

\* Здесь и далее определения выполнены автором, если не указано иначе

ков. Мощность свиты – до 200 м. По материалам бурения и наблюдениям в действующем Лучегорском карьере, установлено, что переход от угленосной к непродуктивной составляющей (лучегорской свите) общего разреза третичного комплекса впадины постепенный, без признаков размыва и несогласия.

Структура спорово-пыльцевых спектров в зоне перехода от угленосной к алевролитовой толще не обнаруживает каких-либо существенных изменений, а эоценовый облик спектров, по заключению Т.И. Петренко, выражен достаточно отчетливо.

**Усть-давыдовский горизонт.** Усть-давыдовский горизонт, типифицируемый одноименной свитой, включен в перечень региональных стратонов на Втором Дальневосточном стратиграфическом совещании (Решения..., 1971). Свита выделена по предложению Г.М. Власова (1949ф) на базе третьей и четвертой третичных толщ схемы, разработанной Б.М. Штемпелем (1926) для п-ова Речной. При этом ее палеогеновый возраст (согласно Штемпелю) был пересмотрен в сторону существенного омоложения (ранний-средний миоцен). Г.М. Власов предполагал наличие углового несогласия между усть-давыдовской и подстилающей надеждинской свитами. Однако такое несогласие, как выяснилось, ничем не проявлено в типовом разрезе. Впрочем, сам Г.М. Власов объяснял эту смену (и совершенно справедливо) изменением обстановок осадконакопления и указывал на **условный** характер границы между свитами. Он предлагал проводить ее по подошве первого более или менее выдержанного слоя песчаника.

Свита сложена ритмично чередующимися песчаниками, алевролитами, в средней части отмечается слой мелкогалечного конгломерата, выше в кровле ритмов появляются прослойки лигнитизированных растительных остатков. В верхней части свиты роль песчаников в разрезе нарастает. Отмечаются полурастворенные раковины моллюсков, довольно часты сидеритовые конкреции. Мощность свиты, согласно Г.М. Власову, достигает 670 м.

Сопоставление палинокомплексов всех трех свит Речного (Павлюткин, Петренко, 1993) показало, что принципиальных различий между ними нет. Типологически они похожи, хотя отмечаются определенные изменения в процентном содержании пыльцы различных групп растений в интервале угловская – усть-давыдовская свита. Эоценовый облик спектров из усть-давыдовской свиты, по заключению Т.И. Петренко, достаточно очевиден. Эти выводы подтверждаются результатами изучения листовой флоры из стратотипа свиты (Павлюткин, 2007а). В ее составе установлено присутствие *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Tetracentron piperoides* (Lesq.) Wolfe, *Zaissania monucoica* (Romanova) Romanova, *Cercis nipponica* (Tanai) Tanai, *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Alnus ezoensis* Tanai, *A. subezoensis* Tanai, «*Broussonetia*» *kamtschatica* (Fotjan.) Budants. et Fotjan., *Populus eowightiana* (Endo) Tanai et Uemura, *P. yubariensis* Tanai, *P. kryshstofovi-*

chii Ijinskaja, *Plafkeria basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai, *Craigia bronniei* (Ung.) Kvaček, Bůžek et Manchester, *Mallotus hokkaidoensis* Tanai, *Zanthoxylum oblongatum* Tanai, *Rhus kamaensis* Kodrul, *Delavaya fraxinifolia* Fed., «*Acer*» *arcticum* Heer, *Alangium columbioides* Endo, *Merrilliodendron ezoanum* Tanai, *Paulownia rajczichensis* Fed.

Все перечисленные растения известны из эоценовых, редко из раннеолигоценовых флор Приморья, Кореи, Сахалина, Камчатки, Хоккайдо. В авторской схеме (Павлюткин, 2007б), возраст свиты принимается как позднеэоценовый. К усть-давыдовской свите приурочена известная находка остатков позднеэоценовых позвоночных в юго-восточном секторе Артемовской мульды (шахта 3-ц), где усть-давыдовская свита становится промышленно-угленосной. Ранее эта находка увязывалась с угловской свитой (Геология СССР..., 1969).

В соседней, Шкотовской впадине усть-давыдовскому горизонту отвечает верхняя угленосная свита (400 м) с галечниками в основании разреза. В коллекции автора из верхней угленосной толщи Шкотовской впадины определены *Ginkgo ex gr. adiantoides* (Ung.) Heer, *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry форма *cocculifolia*, *Platanus acutiloba* Borsuk, *P. ussuriensis* Ablaev, *Alnus ishikariana* Tanai, *A. savitskii* (Sycheva) Cheleb., *A. ezoensis* Tanai, *Pterocarya* sp., *Populus eowightiana* (Endo) Tanai et Uemura, *Cupania japonica* Tanai. Перечисленные растения, установленные до вида, – характерные элементы эоценовых флор Приморья, Сахалина, Кореи, Хоккайдо.

Результаты палинологического анализа образцов, отобранных автором из верхней угленосной толщи Шкотовской впадины, также не свидетельствуют, согласно заключению Т.И. Петренко, о каких-либо принципиальных отличиях от усть-давыдовских палиноспектров. Это, по мнению автора, в полной мере относится и к листовой флоре.

В Хасанской впадине усть-давыдовскому уровню отвечает одноименная хасанская (=назимовская) свита. Хасанская свита, залегающая с разрывом на гранитах, палеозойских роговиках, осадочных породах нижнего мела и так называемых краскинских эффузивах, разделена на две подсвиты (Власов, 1944 г.). Нижняя, конгломератовая (6–190 м), сложена конгломератами, гравелитами, песчаниками с прослоями алевролитов и углистых аргиллитов. Верхняя, угленосная подсвита (30–170 м), – песчаники, алевролиты, аргиллиты, пласты бурого угля – характеризуется быстрой фациальной изменчивостью как в разрезе, так и по латерали. Суммарная мощность хасанской свиты, по Г.М. Власову, – 300 м.

Среди известных эоценовых палинофлор хасанский (=назимовский) палинокомплекс обнаруживает наибольшее сходство с типовыми усть-давыдовскими (Павлюткин и др., 2005). Листовая флора, изученная по отпечаткам из керна скважин, отличается обедненным составом: *Trochodendroides ex gr. arctica* (Heer) Berry форма *smilacifolia*, *Platanus zhuravlevii* subsp. *zhuravlevii* Medjul., *A. savitskii* (Sycheva) Cheleb., *A. ezoensis*

Tanai, *Fagopsis nipponica* Tanai. Перечисленные виды характеризуют эоцен Приморья и сопредельных регионов.

В Нижнебикинской впадине усть-давыдовский горизонт представлен большей частью верхней угленосной толщи (бикинской свиты) до нижнего уровня третьей группы угольных пластов. В Павловской впадине уровню верхних слоев усть-давыдовской свиты соответствуют низы угленосной павловской свиты с обилием отпечатков листьев *Trochodendroides* (Павлюткин и др., 2005). В Светловодненской впадине (Прибрежная СФЗ) вероятным аналогом усть-давыдовской свиты является салибезская свита. Разрез ее (Рыбалко и др., 1980) отличается значительным участием вулканических пород основного состава, чередующихся с кремнистыми (опоковидными) песчаниками, алевролитами и линзовидными прослоями угля. Мощность свиты – 300–500 м. Флора близка к хасанской (=назимовской), в отличие от типовой усть-давыдовской она включает (по Р.С. Климовой) хвойные семейства сосновых и папоротники, что, возможно, связано с горным ее экотипом.

## **ОЛИГОЦЕН**

### **Павловский горизонт**

Павловский горизонт впервые выделяется автором. Он подразделяется на два подгоризонта: нижний, безугольный (слои с «энгельгардиевой» флорой: Краскино, Реттиховка и др.) и верхний, угленосный, наиболее полно представленный в разрезах Павловского угольного поля, Лучегорского и Нежинского бурогольных месторождений.

### **Нижний подгоризонт.**

К нижнему подгоризонту отнесены маломощные (первые десятки метров) толщи туфоалевролитов с четко выраженной слоистостью, отпечатками листьев и плодов, домиков ручейников, скелетов рыб. Текстурные особенности пород и состав диатомовой флоры дают основание считать их озерными образованиями. На территории Приморья указанные толщи известны в Хасанской, Реттиховской, Кемской, Максимовской впадинах, а также в прибрежной полосе на юге Хабаровского края (Татарский пролив на участке между бухтами Буй и Демби). За пределами России аналогичные отложения – «энгельгардиевые слои» – с такой же палеофлорой известны на территории Северной Кореи и в Японии.

В Хасанской впадине туфоалевролитовая толща, известная еще как нижняя подсвита фаташинской свиты (Геологическое строение..., 1966), залегает без признаков стратиграфического перерыва на угленосных отложениях хасанской свиты позднего эоцена и перекрывается неплотно сцементированными песчаниками и алевролитами олигоценного возраста. Слагающие ее породы характеризуются тонкоплитчатой отдельностью, совпадающей со слоистостью. Мощность толщи – около 50 м.

Флора, более известная как Краскинская или «энгельгардиевая», отличается высокой степенью термофильности и присутствием ряда растений, характерных для палеоцена–эоцена: *Platanus aculeata* Klimova, *Cocculus* cf. *ezoensis* Tanai, *Dryophyllum curticellense* (Watel.) Sap. et Marion, «*Acer*» *arcticum* Heer, «*Tilia*» *eojaponica* non Endo, *Cordia* sp., *Quercus kodairae* Huz., *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., *Alnus subezoensis* Tanai. С учетом постепенного характера границы туфоалевролитовой толщи с подстилающей верхнеэоценовой хасанской свитой, это дает основание датировать возраст первой базальным олигоценом. Об этом же свидетельствуют и палинологические данные, полученные непосредственно для флороносных слоев (Павлюткин и др., 2006). В спектре преобладают покрытосеменные при малом количестве спор; в группе голосеменных ведущую роль играют таксодиевые, субдоминантами являются сосновые (*Pinus*, *Picea*) при заметном участии *Cedrus*; примечательно присутствие пыльцы *Dacrydium* – мелового реликта. Покрытосеменные характеризуются преобладанием ильмовых, буковых, березовых и ореховых. Показательно наличие таксонов палеогена (*Quercus conferta* Boitz., *Q. forestdalensis* Trav., *Castanopsis*, *Pokrovskajae*).

В Реттиховской впадине (Восточная мульда) нижний подгоризонт представлен пачкой (30 м) буровато-коричневых тонкослоистых туфодиазомитов с многочисленными растительными остатками и фрагментами скелетов рыб. Граница ее с подстилающими угленосными отложениями эоцена постепенная. Типологическое и таксономическое сходство реттиховской флоры с флорой Краскино несомненно, в этом все исследователи единодушны. Для нее также характерны высокая термофильность, обилие и таксономическое разнообразие хвойных, включая роды южного распространения: *Taiwania*, *Cunninghamia*, *Styrptomegia* (Павлюткин, Петренко, 1994a). Автором она принимается как одновозрастная «энгельгардиевой» флоре Краскино (базальный олигоцен).

В других впадинах (Кемская, Максимовская) разрезы нижнепавловского подгоризонта включают набор пород, близких по составу и облику вышеописанным, с похожим комплексом растительных остатков.

### **Верхний подгоризонт.**

Верхнему подгоризонту соответствуют угленосные отложения ряда кайнозойских впадин, преимущественно в западной части Приморья. Наиболее представительные разрезы известны в пределах структурно-формационных зонах Ханкайского массива и Западно-Сихотэ-Алинской. В первой из них (Южная подзона, А-1) этому стратиграфическому уровню отвечают угленосные отложения Павловского угольного поля (=Павловки).

Третичные отложения (павловская свита) подстилаются здесь выветрелыми до состояния дресвы палеозойскими гранитами и перекрываются галечниками суйфунской свиты. Павловская свита, сложенная алевритами и песчаниками с четырьмя рабочими пластами

угля, выполняет мульдообразное понижение в фундаменте. Углы наклона нижнего пласта *Первый* на флангах мульды достигают 20–25°. Мощность свиты, составляющая 45–50 м в пределах рабочего участка № 2, увеличивается к центру Павловской впадины до 300 м.

По результатам палинологического анализа типового разреза павловской свиты (Павлюткин и др., 2005), выделено четыре спорово-пыльцевых комплекса (СПК). Для нижнего из них (СПК-1) отмечено присутствие характерных буковых (*Q. graciliformis*, *Q. conferta*, *Q. forestdalensis*, *Quercites sparsus*, *Castanopsis*), таксонов формальной классификации (*Pokrovskajae*, *Tricolpopollenites*), группы термофильных гамамелидовых (*Fothergilla*, *Corylopsis*, *Namamelis*), не встречающихся в бесспорно миоценовых палинофлорах Приморья. Этот интервал датируется поздним эоценом. СПК-2 отличается резким увеличением роли голосеменных (примерно вдвое), причем в их составе заметно участие темнохвойных представителей сосновых (до 15%). Споровые растения по-прежнему немногочисленны (3–4%). В группе покрытосеменных исчезают элементы формальной классификации, практически отсутствуют вышеперечисленные виды из рода *Quercus*, почти на нет сходит участие, особенно в верхних слоях, термофильных гамамелидовых и бука. В семействе ореховых заметно присутствие *Juglans*, а среди березовых – *Alnus*. Данный комплекс отвечает зоне перехода от нижнепавловского к верхнепавловскому подгоризонту (поздний рюпель). СПК-3 отличается нарастанием роли покрытосеменных, прежде всего березовых, за счет снижения участия таксодиевых при почти полном исчезновении термофильных составляющих, присутствующих в предыдущих двух СПК, и бука. Увеличивается роль споровых растений. Этот интервал датируется поздним олигоценом. СПК-4 характеризуется резким увеличением содержания покрытосеменных в общем составе спектра, снижением доли темнохвойных в группе голосеменных, увеличением степени участия березовых при явном «дефиците» бука.

Аналоги палинокомплексов СПК-1, 2 получены в разрезе Нижнебикинской впадины в интервале 4–2 групп угольных пластов (верхняя угленосная толща), где также зафиксирован переход от верхнего эоцена к нижнему олигоцену (Павлюткин, Петренко, 1994б).

Коллекция растительных остатков из нижней, эоценовой, части типового разреза павловской свиты включает многочисленные листья *Trochodendroides arctica* – типичного элемента флор раннего кайнофита. Довольно обычны такие характерные для позднего эоцена виды, как *Platycarya hokkaidoana* Tanai, *Carpinus kushiroensis* Tanai, *Alnus ezoensis* Tanai, *A. subezoensis* Tanai. Таксономический состав фитокомплекса из вышележащих слоев заметно меняется. Листья *Trochodendroides* встречаются в нем единично и лишь в основании интервала; напротив, опадающие побеги *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney входят в доминирующую группу вместе с листьями *Alnus*, *Betula*, *Ulmus*. Возраст фитокомплекса соответствует раннему олигоцену (поздний рюпель).

Более полно верхняя часть верхнепавловского подгоризонта представлена в южном секторе Пушкинской впадины (скв. 228). Основные особенности разреза ( $\approx 100$  м) заключаются в огрублении литологического состава пород, увеличении роли гравелистых песков, гравийников и галечников при сохраняющейся угленосности, а также нарастании туфогенности с появлением прослоев псаммитовых и псефитовых туфов и туффитов.

Меняется структура спорово-пыльцевых спектров. Покрытосеменные существенно преобладают над голосеменными при довольно значительном участии спор. Таксономический состав голосеменных заметно обедняется; в спектрах отсутствует пыльца *Keteleeria*, *Sciadopitys*, *Cedrus*, но еще изредка единично отмечается *Ginkgo*. Не менее значительные изменения происходят в группе покрытосеменных, где уже не встречается пыльца *Quercus graciliformis*, *Q. gracilis*, *Q. conferta*, *Q. forestdalensis*, *Fothergilla*, *Corylopsis*, а также формальных таксонов, присутствующих в подстилающей пачке коричнево-серых туфоалевролитов разреза (нижнепавловский подгоризонт). С другой стороны, резко возрастает содержание пыльцы березовых (*Carpinus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*), образующих доминантную группу. Однако, самая яркая особенность палинокомплекса верхних слоев павловской свиты – почти полное отсутствие пыльцы бука: лишь в отдельных пробах она отмечена с оценкой *единично*. И это – на фоне ее довольно высокого содержания в нижележащих подстилающих слоях. «Дефицит» бука в спектрах верхнепавловской подсвиты прослеживается в разрезах всего региона от самых южных до самых северных районов (Павлюткин, Петренко, 1994б).

Палинологическим данным по верхнепавловскому подгоризонту соответствуют результаты изучения листовой флоры из угленосной толщи Нежинского разреза. В составе авторской коллекции из кровли пласта *Верхний* преобладают ильмы, грабы (листья и брактей), листочки и плоды бобовых. Значительно реже отмечаются клены (*Acer protomiyabei* Endo и *A. rotundatum* Huz.), ольхи, дзельква, циклокария (листочки и плоды). Единичными экземплярами встречены остатки хвойных (*Glyptostrobus europaeus*, *Taxodium dubium*), но особенно показательное полное отсутствие буковых. Облик флоры типично умеренный. Возраст верхнепавловского подгоризонта принимается нами как отвечающий интервалу поздний рюпель – хатт.

В Прибрежной СФЗ (Зеркальненская и Амгинская впадины) уровню нижних слоев верхнепавловского горизонта отвечают возновская и гранатненская («гранатная») свиты с довольно специфичной флорой теплоумеренного облика и явно горного экотипа.

## НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

### МИОЦЕН

**Синеутесовский горизонт.** Синеутесовский горизонт типифицируется одноименной свитой, распространенной в Синеутесовской впадине (Юго-Западное Приморье). В разре-

зе свиты выделяются четыре толщи (снизу): 1) песчаники аркозовые светло-серые, залегающие на выветрелых до состояния дресвы палеозойских гранитах и переходящие в туфоалевролиты светло-кофейного цвета с тонкой субгоризонтальной слоистостью – 20 м; 2) два пласта бурого угля, разделенные пачкой белесых алевролитов и песчаников – 3 м; 3) пачка чередующихся буровато-серых слегка силицитизированных туфоалевролитов и светло-серых песчаников; в верхней части появляются линзовидные прослои гравелитов – 10 м; 4) пачка чередующихся гравелитов, мелких галечников и песчаников с линзовидными прослоями желтовато-серых алевролитов – 50 м. Выше без признаков стратиграфического перерыва залегает мощный покров базальтовых лав.

Синеутесовская флора (по данным автора), характеризующаяся теплоумеренным обликом с преобладанием ильмовых, березовых, кленовых и участием бука, наиболее близка к японским флорам Aniai-типе (Павлюткин, 2005), возраст которых отвечает завершающей фазе олигоцена – первой половине раннего миоцена.

Данные по листовой флоре дополняются материалами проведенных Т.И. Петренко палинологических исследований образцов, отобранных автором из типового разреза свиты. Облик палинофлоры довольно умеренный; в группе покрытосеменных преобладают *Alnus*, *Fagus*, *Ulmus*, среди голосеменных – *Picea*, *Tsuga*, *Taxodiaceae*; никаких признаков высокотермофильных, а также палеогеновых таксонов в спектрах не обнаружено. Возраст базальтов, перекрывающих синеутесовскую свиту, по данным радиоизотопного датирования (Попов и др., 2005), –  $22 \pm 1.0$  млн. лет. Аналоги синеутесовской свиты известны в Ивановской и Спасской впадинах.

**Нежинский горизонт.** Нежинский горизонт предложен автором в качестве нового регионального стратона, в первую очередь, по оригинальным литологическим признакам слагающих его пород и не менее оригинальной листовой флоре. Горизонт типифицируется нежинской толщей, вскрытой в эксплуатируемом бурогольном карьере в окрестностях с. Нежино (Пушкинская впадина). Толща залегает с размывом на угольном пласте *Верхний* угленосной толщи верхнего олигоцена. Она сложена песчаниками, крепко сцементированными туфоалевролитами с маломощным пластом рыхлого лигнитового угля в кровле. Мощность, составляющая немногим более 5 м в пределах карьера, увеличивается к центральной части Пушкинской впадины до первых десятков метров. В туфоалевролитах, отличающихся тонкоплитчатой отдельностью и необычайно прочной цементацией, обнаружены многочисленные отпечатки листьев, реже – плодов.

Главная особенность нежинского фитокомплекса – отсутствие в нем палеогеновых растений и четко выраженная термофильность (Павлюткин, Чекрыжов, 2007a). Из 57 родов нежинской тафофлоры 16 (*Magnolia*, *Liquidambar*, *Celtis*, *Fagus*, *Castanea*, *Idesia*, *Meliosma*,

Nyssa, Davidia, Alangium, Pteris, Indigofera, Paliurus, Ziziphus, Cissus, Parthenocissus) характерны для современных флор субтропиков и юга теплоумеренной области, что позволяет, по мнению автора, сопоставить нежинский флору с термофильными миоценовыми флорами Daijima-type Японии и тем самым датировать ее возраст в интервале ранний – средний миоцен. Наибольшее сходство у нее намечается с известной неогеновой китайской флорой Shanwang, отражающей эпоху миоценового климатического оптимума.

Данные по листовой флоре дополняются результатами палинологических исследований образцов из стратотипа толщи. В группе голосеменных таксодиевые и сосновые представлены примерно равноценно; в составе сосновых преобладают темнохвойные компоненты (*Abies* – до 2.7%, *Tsuga* spp. – до 15.3%, *Picea* – от 2.3 до 22.9%), существенно уступает им *Pinus* (не более 7%). Покрытосеменные представлены в основном ореховыми (4.9–7.6%), березовыми (*Corylus* – до 3.2%, *Betula* – до 9.3%, *Alnus* – до 6.4%) и ильмовыми (*Ulmus* – до 8.2%), бук отмечается редко, каштан – чаще, кроме того установлено присутствие пыльцы *Aesculus*, *Tilia*, *Eucommia*, *Liquidambar*, *Itea*, *Hamamelis*, *Acer*, *Parthenocissus*, *Araliaceae*, *Viburnum*, *Reevesia*. Палеоботанические данные согласуются с радиоизотопной датой  $17.1 \pm 1.3$  млн. лет (Павлюткин и др., 1984). Возраст нежинской толщи принимается как соответствующий второй половине раннего миоцена.

В Павловской впадине нежинский горизонт представлен более полно; по материалам бурения (скв. 20), его мощность превышает 60 м. Разрез характеризуется чередованием туфоалевролитов, туфопесков, туфопесчаников, крепко сцементированных в некоторых интервалах; отмечаются редкие маломощные пропластки лигнитовых углей; в туфопесках отдельные прослойки обогащены вулканическим стеклом риодацитового состава. Полученный из слагающих его пород весьма представительный комплекс диатомовой флоры отвечает, по мнению В.С. Пушкаря, фазе нарастания миоценового климатического оптимума (Павлюткин и др., 1993). С этим выводом согласуются результаты радиоизотопного датирования методом треков вулканических стекол ( $20.9 \pm 1.1$ ,  $20.2 \pm 0.8$ ,  $19.7 \pm 1.1$ ,  $18.8 \pm 1.1$  млн лет). Комплекс листовой флоры аналогичен описанному выше из стратотипа толщи.

**Новокачалинский горизонт.** Предложение выделить новокачалинский горизонт выдвинуто автором (Павлюткин и др., 2004). Оно основывалось на несомненных достоинствах стратотипического разреза типифицирующей его новокачалинской свиты: доступность, практически неограниченная сохранность во времени, довольно хорошая обнаженность, богатый комплекс растительных остатков. Типовой местностью новокачалинской свиты является Турьерогская впадина. Ранее данный стратон рассматривался как маломощная (15–20 м) пачка пород в ранге *слоу* с *Fagus chankaica*. Позднее автором обоснован ее более высокий стратиграфический статус (Павлюткин, 2005).

Новокачалинская свита залегает с размывом на слабоугленосных отложениях верхнепавловского подгоризонта и перекрывается красноцветными глинами верхнего плиоцена. В разрезе преобладают три типа пород: галечники с песчано-глинистым туфогенным заполнителем, дресвяники (продукты размыва кор выветривания) и тонкослоистые туфоалевролиты со спорадически встречающимися гальками. Роль туфогенной составляющей нарастает к верхам разреза. В туфоалевролитах изредка отмечаются тонкие (первые см) прослойки угля и линзочки, переполненные углефицированными древесными остатками и растительным детритом. Слои очень полого (первые градусы) наклонены к югу, юго-востоку. Мощность свиты превышает 200 м.

Возраст новокачалинской свиты основывается на результатах изучения богатейшей коллекции растительных остатков (Павлюткин, 2005). В составе формирующих ее 195 видов доминируют три: *Fagus chankaica* T. Alexeenko, *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, *Taxodium dubium* (Sternb.) Heer. Заметно уступают им *Sorbus quercifolia* Pavlyutkin, *S. iljinskajae* (Ablaev et Ig. Vassil.) Pavlyutkin, *Pseudotsuga tanaii* Huz. (хвоя), *Zelkova elongata* K. Suz., *Acer* spp. Группа термофильных растений довольно многочисленна: *Keteleeria*, *Cunninghamia*, *Taiwania*, *Thujopsis*, *Chamaecyparis*, *Aphananthe*, *Castanea*, *Sapium*, *Zanthoxylum*, *Fortunella*, *Euodia*, *Ailanthus*, *Cedrela*, *Buchanania*, *Koelreuteria*, *Dipteronia*, *Aesculus*, Пех, многочисленные бобовые.

Данные по листовой флоре дополнены результатами палинологических исследований. Главная особенность палинофлоры – явное преобладание голосеменных (сосновые, включая темнохвойных представителей), постоянно высокое участие бука и общий тепло-умеренный облик.

В.С. Пушкарем и М.В. Черепановой (Павлюткин и др., 2004) проанализировано 13 образцов, отобранных автором из туфоалевролитов типового разреза свиты. Выделено два комплекса диатомовой флоры. Формирование нижнего комплекса относится к самому концу раннего и первой половине среднего миоцена, верхний – характеризует вторую половину среднего миоцена. Автором возраст свиты принят отвечающим среднему миоцену, хотя не исключается соответствие базальных слоев *позднему* раннему миоцену.

**Усть-суйфунский горизонт.** Горизонт типифицируется одноименной свитой, выделенной по предложению Н.А. Беляевского и И.И. Берсенева. Гипостратотип свиты – в окрестностях с. Раздольное. Свита подстилается здесь толщей туфогенных песчаников и алевролитов с прослоями лигнитов, отвечающей, по комплексу растительных остатков, уровню нежинского горизонта, и перекрывается шуфанскими базальтами.

В разрезе свиты преобладают галечники, подчиненную роль играют прослойки туфопесков, туфоалевролитов и пепловых туфов. Мощность – 40–45 м. Петрографический со-

став галек довольно пестрый, но при явном преобладании обломков силицитизированных яшмовидных пород (до 75% от общего числа в выборках). Примечательно присутствие легких (плотность  $\approx 1\text{г/см}^3$ ) пористых, хорошо окатанных обломков желтовато-белой пемзы. В легкой фракции постоянно отмечается (10–80%) прозрачное бесцветное, реже буровато-зеленое вулканическое стекло с показателем преломления 1.495–1.500, что соответствует риодацитам (Павлюткин и др., 1985).

В составе собранной автором коллекции ( $\approx 700$  экз.) растительных остатков с трех уровней абсолютно преобладают, согласно определениям Р.С. Климовой, цветковые растения – представители теплоумеренных и умеренных родов: *Ulmus*, *Zelkova*, *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*, *Pterocarya*, *Populus*, *Salix*, *Cornus*, *Acer*; изредка встречаются *Cercidiphyllum*, *Comptonia*, *Tilia*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Ilex*.

Таксономический состав диатомового комплекса из подстилающей лигнитосодержащей толщи обнаруживает, согласно исследованиям В.С. Пушкаря (Павлюткин и др., 1993), сходство с комплексом из керна скв. 20 (Павловская впадина), отвечающим уровню нежинского горизонта. Комплекс из усть-суйфунской свиты существенно обновляется: исчезают представители родов *Actinella*, *Actinocyclus*, отсутствуют *Aulacoseira jouseana* Moiss., *A. areolata* Moiss. Появляются виды родов *Mesodyction*, *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos*, значительно меняется состав родов *Tetracyclus*, *Fragillaria*, *Eunotia*, *Achnanthes*, *Pinnularia*, *Gomphonema*. Доминирует *Aulacoseira praedistans* (Jouse) Moiss. В сравнении с «теплым» комплексом подстилающей толщи он приобретает бореальный облик, утрачивая большую часть субтропического элемента, что свидетельствует о нарастающем позднемиоценовом похолодании. Заключение о позднемиоценовом возрасте гипостратотипа усть-суйфунской свиты, основанное на палеоботанических данных, согласуется с результатами радиоизотопного датирования вулканических стекол по трекам (Павлюткин и др., 1985). Полученные даты ( $10.8 \pm 1.1$  и  $11.8 \pm 0.9$  млн лет) соответствуют первой половине позднего миоцена.

Из флороносной пачки одного из типовых разрезов свиты, вскрытого карьером в окрестностях с. Вольно-Надеждинское (Артемо-Тавричанская впадина), получен спорово-пыльцевой комплекс из 10 образцов. В нем голосеменные в той или иной степени преобладают (47.3–76.7%) над покрытосеменными (19.7–43%) и спорами (3.6–6.7%). В составе голосеменных доминируют представители темнохвойной группы сосновых: *Picea* sect. *Picea* (4.3–13%), *P.* sect. *Omorica* (18.1–33.7%), *Abies* (до 8%), *Tsuga* (несколько видов, в сумме – 17%). Роль таксодиевых незначительна на фоне обилия пыльцы сосновых. Среди покрытосеменных на первый план выходят березовые, ореховые, ильмовые. В коллекции макрофитофоссилий преобладают багрянниковые, ильмовые, березовые, ореховые, розоцветные, при незначительном участии кленов, ликвидамбара и полном отсутствии буковых.

Верхние слои свиты, вскрытые в карьере там же, в литологическом отношении мало отличаются от нижних при существенном отличии в составе листовой флоры (Павлюткин, 2002). В ней доминирует бук, кроме того, присутствуют каштан и некоторые другие относительно теплолюбивые растения, придающие ей термофильный оттенок по сравнению с ранее известными усть-суйфунскими фитокомплексами.

В восточном секторе Спасской впадины (урочище Гринталь) автором изучена толща галечников с прослоями туфов и туфоалевролитов. По литологическому составу и комплексу растительных остатков она обнаруживает полное сходство с типовыми разрезами усть-суйфунской свиты (Павлюткин и др., 1988).

## **ПЛИОЦЕН**

**Шуфанский горизонт.** Горизонт типифицируется средней частью одноименной свиты, стратотипической местностью для нее является Шуфанское вулканическое плато. Необходимость выделения шуфанского горизонта, обосновываемая автором, связана с усложнившейся схемой стратиграфии верхнего кайнозоя Приморья. Ранее считалось, что шуфанская свита соответствует уровню суйфунского горизонта, датировавшегося плиоценом, и замещает по латерали суйфунскую свиту. Однако к настоящему времени взгляды на объем и возраст суйфунской свиты, а также на ее взаимоотношение с усть-суйфунской свитой существенно изменились (Павлюткин, 1997, 1998), что потребовало внесения соответствующих корректив и в стратиграфическое положение шуфанской свиты. Наиболее представительные ее разрезы известны в пределах одноименного вулканического плато в Южном Приморье.

К настоящему времени установлено, что нижние составляющие базальтового покрова Шуфанского плато соответствуют уровню верхних слоев усть-суйфунской свиты, а верхние лавовые потоки перекрывают галечники суйфунской свиты (эоплейстоцен). Следовательно, диапазон формирования шуфанских базальтов охватывает интервал, как минимум, от второй половины позднего миоцена до рубежа эоплейстоцен/ранний неоплейстоцен, а возможно, и выше. Свита сложена андезибазальтами с пакетами туфогенно-осадочных пород, образовавшихся в озерных условиях. Мощность шуфанской свиты достигает 250 м.

Плиоценовому уровню (шуфанскому горизонту) отвечает средняя часть свиты. Наиболее представительный разрез горизонта находится в окрестностях с. Тереховка (Пушкинская впадина). Его предлагается считать стратотипом горизонта. Осадочная составляющая в нем известна под названием *кедровская толща*. Бурением доказано (Павлюткин и др., 1982ф), что стратотипический разрез горизонта начинается с потока базальтов (25 м), залегающих на усть-суйфунских галечниках. Выше его наращивает толща (47.5 м) песчаников,

туфоалевролитов и туфодиатомитов с лигнитизированными растительными остатками (кедровская толща), а завершается он маломощным (13 м) покровом базальтовых лав.

В осадочной составляющей разреза выделяются два седиментационных ритма, оба начинаются с крупно- или среднезернистого песка и заканчиваются глинами с ископаемой почвой в кровле. Спорово-пыльцевые спектры нижнего ритма характеризуются преобладанием пыльцы покрытосеменных над голосеменными. В составе последних доминирует *Pinus subg. Harpoxylon* (4–19.2%), существенно меньше *Picea sect. Omorica* (1.4–2.3%), также незначительно участие *Taxodiaceae* (1.2–2.3%); кроме того, среди таксодиевых отмечается единично пыльца *Sequoia*, *Glyptostrobus*. Отмечаются редкие *Tsuga*, *Podocarpus*, *Cupressaceae*.

В группе покрытосеменных заметную роль играют широколиственные породы: *Castanea* (до 4.3%), *Carpinus* (до 6%), *Corylus* (до 3.6%), *Juglans* (до 5.1%), *Ulmus* (до 4.3%); содержание мелколиственных также значительно – *Betula* (2.9%), *Alnus* (до 19.3%). Единично встречена пыльца *Plex*, *Celtis*, *Zelkova*, *Liquidambar*, *Carya*, *Moraceae*. Такие довольно термофильные (для позднего кайнозоя) спектры, по заключению Т.И. Петренко, отражают, вероятно, раннеплиоценовую теплую эпоху, хорошо выраженную на глобальных палеотемпературных кривых.

Для верхнего ритма получены два типа палиноспектров: в одном явно преобладает пыльца голосеменных семейства сосновых (до 97%), в другом абсолютно доминируют покрытосеменные семейства березовых (береза и ольха – в сумме до 83%). Оба типа почти нацело лишены представителей широколиственных пород. Встречаются лишь редкие пыльцевые зерна *Juglans*, *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Acer*, *Tilia*, *Syringa*, т.е. облик спектров близок к плейстоценовым. Вместе с тем, обилие пыльцы *Abies* (до 36%) не отмечается ни в одном известном палинокомплексе из четвертичных отложений Приморья, впрочем, и дочетвертичных также. Базальты верхнего потока имеют обратную остаточную намагниченность (Алексеев, 1978). Все сказанное дает основание предполагать, что осадки верхней пачки имеют дочетвертичный (плиоценовый) возраст и, более вероятно, синхронны эпохе глобального ухудшения климата в интервале 2.2–3.0 млн лет. Аналогичные разрезы с похожим комплексом фитофоссилий характеризуют шуфанский горизонт в Шкотовской, Ивановской, Снегуровской (=Сандуганской) впадинах.

#### **Анненский горизонт**

Горизонт предложен автором для характеристики распространенных в пределах СФЗ Ханкайского массива красноцветных глин и суглинков с «плавающей» галькой (щебнем). Для них автором использовано название «пудинговая» толща (Павлюткин, 1995). Наиболее полно разрез «пудинговой» толщи изучен в окрестностях с. Анненка в восточной части Спасской депрессии. Здесь толща, приуроченная к пологому протяженному склону,

подстиляется выветрелыми галечниками усть-суйфунской свиты, подвергшимися интенсивным красноцветным изменениям, и перекрывается «бурными суглинками» среднего-верхнего неоплейстоцена. Толща сформирована отложениями делювиально-пролювиального ряда фаций. Ее мощность не превышает 7 м.

Несмотря на небольшую мощность – от 1–2 метров в верхних частях склонов до 3–7 метров у их подножий – «пудинговая» толща важна для стратиграфии верхнего кайнозоя Приморья, ибо она завершает третичную составляющую общего разреза кайнозоя. Ее возраст, на основании палеомагнитных данных и находок остатков гиппарионовой фауны на сопредельной территории Маньчжурии и в Забайкалье, отвечает позднему плиоцену.

## **ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА**

### **ЭОПЛЕЙСТОЦЕН**

**Суйфунский горизонт.** Горизонт типифицируется одноименной свитой, распространенной в бассейне р. Раздольной в ее среднем течении. В геоморфологическом отношении она слагает аккумулятивный покров 4-ой надпойменной террасы Раздольной на участке от границы с Китаем до г. Уссурийска, а далее, в направлении оз. Ханка вскрывается скважинами под покровом более молодых четвертичных отложений. Это и есть суйфунская свита в современном понимании или суйфунская свита в узком смысле (*s. str.*). В типовой местности она залегает с четко выраженным эрозионным несогласием на породах различного состава и возраста от палеозойских гранитов до миоценовых слабоугленосных туфогенных отложений и красноцветов «пудинговой» толщи. Свиту слагают косолоистые галечники с линзами зеленовато-серых песков и глин, с многочисленными фрагментами слабо лигнитизированной древесины. Формирование свиты связано с деятельностью палео-Раздольной, принадлежавшей первоначально бассейну палео-Амура. Мощность свиты меняется в пределах 10–65 м. Возраст ее, по результатам палеомагнитных измерений (породы имеют обратную остаточную намагниченность) и комплексу растительных остатков (палинологическая, карпологическая и листовая флоры), отвечает эоплейстоцену.

Из всего вышеизложенного следует, что разработанный автором вариант расчленения общего разреза на горизонты существенно отличается от официально утвержденного (рис. 2).

## **Глава V. ПАЛЕОФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ**

### **Палеоценовые флористические комплексы.**

В палеоцене Верхнего Приамурья довольно хорошо изучены верхнецагайская и кивдинская листовые флоры, благодаря, главным образом, исследованиям А.Н. Криштофовича, Т.Н. Байковской, В.А. Красилова, М.А. Ахметьева и А.М. Камаевой. В верхнецагайской флоре, по данным В.А. Красилова (1976), преобладают *Tiliaephyllum*

Стратиграфическая шкала				Региональная стратиграфическая шкала		Примечание к колонке 6			
Система	Отдел	П/отдел	Ярус	Решения... (1994)	Разработанная автором				
1	2	3	4	5	6	7			
Q			ЭОПЛЕЙСТОЦЕН		СУЙФУНСКИЙ	Изменен возраст			
Н Е О Г Е Н	П Л И О Ц Е Н	верхний	ГЕЛАЗИЙ		АННЕНСКИЙ	Новый			
			ПЬЯЧЕНЦО	СУЙФУНСКИЙ	ШУФАНСКИЙ	Новый			
		нижний	ЗАНКЛИЙ						
	М И О Ц Е Н	верхний	МЕССИНИЙ	УСТЬ-СУЙФУНСКИЙ	УСТЬ-СУЙФУНСКИЙ	Изменений нет			
			ТОРТОН						
		средний	СЕРРАВАЛИЙ	БИКИНСКИЙ		НОВОКАЧАЛИНСКИЙ	Новый		
			ЛАНГИЙ						
		нижний	БУРДИГАЛ			НЕЖИНСКИЙ	Новый		
			АКВИТАН					СИНЕУТЕСОВСКИЙ	Изменен возраст
	П А Л Е О Г Е Н	О Л И Г О Ц Е Н	верхний			ХАТТ	ЛУЧЕГОРСКИЙ	ПАВЛОВСКИЙ	Новый
			нижний			РЮПЕЛЬ			
		Э О Ц Е Н	верхний	ПРИАБОН	УГЛОВСКИЙ	УСТЬ-ДАВЫДОВСКИЙ	Восстановлен с изменением возраста		
средний				БАРТОН					
нижний			ЛЮТЕТ	РАЙЧИХИНСКИЙ		УГЛОВСКИЙ	Изменен возраст		
			ИПР						
П А Л Е О Ц Е Н		верхний	ТАНЕТ	КИВДИНСКИЙ	КИВДИНСКИЙ	Изменен возраст			
			ЗЕЛАНДИЙ						
		нижний	ДАНИЙ				ВЕРХНЕЦАГАЯНСКИЙ	ВЕРХНЕЦАГАЯНСКИЙ	Изменен возраст

Рис. 2. Сопоставление региональных горизонтов кайнозойских отложений континентального юга Дальнего Востока, официально утвержденных (колонка 5) и предлагаемых автором (колонка 6).

tsagajanicum (Krysht. et Baik.) Krassil., Araucarites pojarkovae Krassil., Trochodendroides arctica (Heer) Berry, «Platanus» raynoldsii Newb., Menispermities cf. obtusilobus Lesq. Роды, имеющие аналоги в рецентных флорах, распространены в настоящее время в умеренной зоне и в горных лесах субтропиков; тропических элементов в составе флоры не обнаружено. Большая часть видов была листопадной. В.А. Красилов считает, что цагайская растительность уже напоминала арктотретичную и может рассматриваться как ее прототип.

По результатам более поздних исследований в сводном разрезе Зейско-Буреинского Цагаяна выделено 4 флороносных уровня (Ахметьев и др., 2002). Для первого уровня, приуроченного к среднецагайской подсвите, характерно участие многих маастрихтских растений. Второй уровень отвечает нижним слоям стратотипического разреза верхнецагайской подсвиты. В составе отвечающего ему фитокомплекса уже не отмечаются *Dyrana flexuosa* (Newb.) Golovn., очень редкими становятся *Beringiophyllum curpanoides*, но появляются *Fokieniopsis*, *Nelumbo*, *Oreocarpa*, *Myrica*, *Acer*, *Nyssa*, отмечается присутствие *Pinus*, *Podocarpus*. Третий уровень относится к верхней части верхнецагайской подсвиты. В составе фитокомплекса доминируют крупнолистный *Trochodendroides*, *Zizyphoides*, *Tiliaephyllum tsagajanicum*, «*Acer*» *arcticum*, *Nyssidium*, *Nordenkioldia*, *Platanus*. Растения этого уровня характеризуют долинные леса позднецагайского времени. Флора четвертого уровня, отвечающая кивдинской свите (=слоям), в значительной степени обновлена. И хотя в составе соответствующего фитокомплекса еще сохраняют доминирующее положение *Trochodendroides*, *Zizyphoides*, но становятся заметны березовые, мириковые, ильмовые, появляется *Ulmus furcinervis* (Borsuk) Ablaev. Установленные растения относятся к нескольким экологическим группам, характеризующим склоновые, долинные и болотистые местообитания.

В Приморье уровню верхнецагайской подсвиты (даний) отвечает тахобинская свита бассейна р. Соболевки. В составе характеризующей ее флоры преобладают (в порядке убывания по численной представительности) следующие виды (Аблаев, 1974): *Ulmus furcinervis* (Bors.) Ablaev, *Metasequoia disticha* (Heer) Miki, *Cupressinocladus sveshnikovae* Ablaev, *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Alnites praeangustifolius* (Bors.) Ablaev, *Betula* sp. Примечательно присутствие *Nilssonia gibbsii* (Newb.) Hollick, *Osmunda* cf. *sachalinensis* Krysht., *Platanus nobilis* Newb., *Protophyllum*, *Credneria*.

В коллекции растительных остатков, собранной геологами ДВГИ ДВО РАН с участием автора, из туфоалевролитов третичного комплекса Ванчинской впадины – предполагаемых аналогов тахобинской свиты – установлено присутствие *Osmunda sachalinensis* Krysht., *Woodwardia bureiensis* Fed., (?) *Sequoia* sp. (женская шишка), *Taxites olrikii* Heer, *Trochodendroides kryshtofovichii* (Iljinskaja) Iljinskaja, *T. speciosa* (Ward) Berry, *T. evelinae* Iljinskaja,

«Platanus» raynoldsii Newb., Protophyllum sp., Credneria sp., Fagus sp., Betula sp., Vitis protomurensis Kamaeva, Dicotylophyllum sp. Ванчинский комплекс, по мнению С.И. Невониной, ознакомившейся с коллекцией, обнаруживает черты общности с тахобинской флорой.

Более молодому, собственно палеоценовому, уровню в Приморье, более вероятно, отвечает тадушинская флора из пачки туфоалевролитов, вскрытых в Устиновском карьере (Зеркальненская впадина). Доминирующие позиции в ней, согласно А.Г. Аблаеву (2005), занимают березовые, присутствуют также растения, известные из олигоцена Приморья, эоцена Сахалина, Камчатки, Хоккайдо или близкородственные им. Все это делает маловероятным принадлежность ее к ряду датских флор, хотя в ней и установлены некоторые растения, известные в составе тахобинской флоры.

### **Эоценовые флористические комплексы**

В эоценовой флористической сукцессии региона автором выделяется три уровня: угловский, надеждинский и усть-давыдовский. В экологическом отношении соответствующие тафлоры подразделяются на два типа: теплоумеренные и близкие к субтропическим.

Угловский фитогоризонт охарактеризован флорами типового разреза одноименной свиты на п-ове Речной, нижней угленосной свиты Шкотовской и Нижнебикинской впадин. Таксономический список угловской флоры, по данным Р.С. Климовой (1994ф), включает 82 вида. По числу экземпляров преобладают ильмы, на втором месте находятся платаны, троходендронидесы занимают довольно скромное положение. Каких-либо типично палеоценовых форм в составе коллекции не отмечено.

Более полные сведения о флорах угловского уровня имеются по нижней угленосной толще Шкотовской впадины. Согласно А.Г. Аблаеву (Тащи и др., 1996), в составе соответствующего фитокомплекса преобладают покрытосеменные, из хвойных единично присутствует только *Taxodium*. Таксономически более разнообразны гаммелидовые, платановые, березовые, ореховые, ивовые, стеркулиевые, молочайные и жимолостевые; троходендронидесы не обнаружены, платаны немногочисленны (*Platanus basicordata* Budants., *P. ussuriensis* Ablaev). Единично отмечаются *Grewiopsis*, *Pterospermites*, свойственные палеоценовым флорам Сахалина, однако подавляющее большинство растений характерно для эоценовых флор Дальнего Востока.

В составе авторской коллекции из верхних слоев нижней угленосной толщи Шкотовской впадины определены *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Platanus zhuravlevii* Medjul., *P. basicordata* Budants., *Platanus* sp. ex gr. *integrifolia*, *Menispermites* sp., *Trema asiatica* (Borsuk) Tanai, *Zelkova khushiroensis* Oishi et Huz., *Salix* sp., *Populus eowightiana* (Endo) Tanai et Uemura, *Plafkeria basiobliqua* (Oishi et Huz.) Tanai, *Vitis sachalinensis* Krysht.

В фитокомплексе из нижней угленосной толщи Нижнебикинской впадины, по данным автора, преобладает *Populus eowightiana* (Endo) Tanai et Uemura, гораздо реже встречены *Equisetum arcticum* Heer, *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, *Glyptostrobus europaeus* (Brongn.) Heer, *Cercidiphyllum palaeojaponicum* Endo, *Platanus* sp., *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry, *Alnus subezoensis* Tanai, *Zelkova kushiroensis* Oishi et Huz., «*Acer*» *arcticum* Heer.

Угловская флора, по имеющимся данным, относится к типу теплоумеренных с некоторой примесью растений, принадлежащих родам более южного распространения (*Sassafras*, *Corylopsis*, *Liquidambar*, *Lithocarpus*, *Mallotus*, *Kleinhovia*). Палеоценовый элемент в ней весьма ограничен, по сравнению с предшествующими она выглядит достаточно обновленной, большинство присутствующих в ней растений имеет близкие аналоги в рецентных семействах, распространенных в Юго-Восточной Азии.

Переходный угловско-надеждинский уровень охарактеризован болотнинской флорой, которая отличается высокой степенью термофильности и по этому показателю стоит ближе к типу субтропических (Аблаев, 2000). Участие голосеменных в ней ограничивается единичными экземплярами *Ginkgo*, *Taxodium*. Наиболее разнообразны в видовом отношении (по 4–7 видов) семейства гаммелидовых, платановых, буковых, березовых и кленовых. В болотнинской флоре видную роль играют теплолюбивые растения: *Magnolia*, *Cinnamomum*, *Sassafras*, *Corylopsis*, *Fothergilla*, *Liquidambar*, *Eucommia*, *Ficus*, *Pasania*, *Diospyros*, *Grewia*, *Hibiscus*, *Mallotus*, *Acalypha*, *Koelreuteria*, *Nyssa*, *Hovenia*, *Cordia*. Представители перечисленных родов распространены преимущественно в мезофильных субтропических лесах Юго-Восточной Азии, что сближает болотнинскую флору с другой термофильной флорой континентального юга Дальнего Востока – райчихинской.

Фитокомплекс из стратотипа надеждинской свиты на Речном (коллекция автора, определения Р.С. Климовой) выглядит более скромно. Он отражает теплоумеренную листопадную мезофильную флору с очень незначительной примесью представителей родов более южного, субтропического распространения. Аналоги болотнинской флоры в разрезе на Речном пока неизвестны.

Верхнеэоценовый уровень в региональной флористической последовательности региона наиболее полно охарактеризован усть-давыдовской флорой (Павлюткин, 2007а). Папоротники и хвощи в ее составе не обнаружены, а из хвойных установлены только единичные экземпляры тиссовых, головчатотиссовых, таксодиевых и кипарисовых. Характерно незначительное участие буковых, ореховых, кленовых. Показательно присутствие таких термофильных родов, как *Alangium*, *Mallotus*, *Acalypha*, *Tetracentron*, *Merrilliodendron*, *Ziziphus*, *Delavaya*, *Cordia*, *Paulownia*, хотя виды из этих родов представлены в коллекциях немногими экземплярами. Усть-давыдовскую флору отличает мелколистность.

Флора усть-давыдовского фитоуровня из верхней угленосной толщи Шкотовской впадины обнаруживает, по данным автора, сходство с вышеохарактеризованной типовой разреза свиты п-ова Речной, причем не только по таксономическому составу, но и по морфологическим особенностям. Для нее также характерна мелколистность.

Назимовская флора из одноименной свиты (п-ов Посъет) существенно не отличается от других флор усть-давыдовского фитоуровня. Несмотря на утвердившееся мнение о ее древности (палеоцен–ранний эоцен), она почти не содержит палеоценовых форм (Павлюткин и др., 2006). В частности, род *Trochodendroides* представлен в ней единичными экземплярами, платаны вообще не обнаружены. Отмечаются *Equisetum arcticum* Heer, *Osmunda sachalinensis* Krysh., *Ginkgo* ex gr. *adiantoides* (Unger) Heer, *Magnolia* cf. *kryshtofovichii* Bor-suk, *Laurophyllum* sp., *Zelkova kushiroensis* Oisi et Huz., *Alnus ezoensis* Tanai, *Myrica vindobonensis* (Ettingsh.) Heer, *Ziziphus harutoriensis* Tanai, *Grewiopsis* sp.

Флору усть-давыдовского уровня в Светловодненской впадине также отличает довольно умеренный облик (Климова, Царько, 1989), но в отличие от флоры п-ова Речной в ее составе присутствуют хвощовые (*Equisetum arcticum*), папоротниковидные (*Osmunda*, *Lygodium*, *Woodwardia*, *Dennstaedtia*), а также хвойные (*Abies*, *Picea*, *Pseudolarix*, *Pinus*, *Metasequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*).

### **Олигоценые флористические комплексы**

В интервале олигоцена автором выделяется три флостратиграфических уровня, которым соответствует три типа флор. Нижний уровень (ранний рюпель) охарактеризован так называемыми «энгельгардиевыми» флорами. В Приморье к нему относятся флористические комплексы Краскино, Реттиховки, Великой Кемы, Максимовки (верхний подкомплекс); в Хабаровском крае – флора Демби.

По данным автора, в составе флоры Краскино отмечены редкие хвощовые и папоротниковидные. Для нее характерно обилие хвойных: *Abies*, *Keteleeria*, *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Pseudolarix*, *Pinus*, *Metasequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Cryptomeria*, *Thuja*, *Thuopsis*. В группе цветковых преобладают буковые: *Fagus*, *Quercus*, *Cyclobalanopsis*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Fagopsis*, *Dryophyllum*, *Nothofagus*. Наиболее оригинальной чертой флоры Краскино является обилие и таксономическое разнообразие рода *Quercus*. Второй особенностью флоры Краскино, как и ее аналогов, является весьма высокая термофильность. Помимо упомянутых буковых, обнаружены магнолиевые (*Magnolia*, *Liriodendron*), чайные (*Adinandra*, *Eurya*), элеокарповые (*Elaeocarpus*), мелиевые (*Cedrela*), сабиевые (*Meliosma*), бобовые (несколько морфотипов, среди которых отмечены *Entada*, *Ormosia*), гамамелидовые (*Corylopsis*, *Hamamelis*), эбеновые (*Diospyros*), ниссовые (*Nyssa*), молочайные (*Mallotus*, *Aleurites*), симапубовые (*Ailanthus*) и еще ряд морфотипов, относящихся к каким-то, более вероятно, южным родам.

«Энгельгардиевые» флоры сменяются флорами возновско-амгинского типа, возраст которых отвечает позднему рюпелю – началу хатта. Наиболее полно изученная из них – возновская – включает 67 видов, принадлежащих 32 родам, входящим в 18 семейств (Павлюткин, 2007*е*). Хвои и папоротники (*Equisetum*, *Botrychium*, *Adiantum*) в ней редки. Группа голосеменных представлена четырьмя порядками: *Ginkgoales*, *Podocarpaceales*, *Pinales* и *Cupressales*. Хвойные отличаются таксономическим разнообразием: *Picea*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Pseudolarix*, *Larix*, *Pinus*, *Sequoia*, *Metasequoia*, *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Thuja*.

Цветковые характеризуются преобладанием березовых (*Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*), реже буковых (преимущественно – *Fagus*, единично – *Quercus*). В меньшем количестве отмечаются гаммелидовые (*Liquidambar*), розоцветные (*Sorbus*, *Prunus*), бобовые, кленовые, конскокаштановые; весьма разнообразны вересковые. Обилие и таксономическое богатство хвойных, а также участие ряда цветковых, приуроченных чаще к горным склонам (*Cercidiphyllum*, *Tetracentron*, *Fagus*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*, *Acer*, *Ericaceae*, *Sorbus*) указывает на горный тип возновского леса.

Позднеолигоценовые флористические комплексы в Приморье приурочены к верхней части разреза павловской свиты, наиболее полно представленной в угленосном Нежинском разрезе. Фон в них образуют ильмовые (*Ulmus* – преобладает, *Zelkova* – единично), березовые (*Carpinus*, *Betula* и *Ostrya*), бобовые. В качестве сопутствующих видов следует отметить *Cyclocarya sachalinensis* Baik., *Acer protomiyabei* Endo и *A. rotundatum* Huz. Участие хвойных ограничивается единичными опадающими побегами *Taxodium* и *Glyptostrobus*. Буковые не встречены, хотя находка листьев и фруктификаций грабов, а также кленов указывает на участие представителей склоновых группировок в формировании данного фитокомплекса.

#### **Миоценовые–четвертичные флористические комплексы**

В последовательном ряду неогеновых флор Приморья автором впервые выявлено пять последовательно сменяющихся флористических комплексов: синеутесовский (первая половина раннего миоцена), нежинский (вторая половина раннего миоцена), ханкайский (средний миоцен), нижний усть-суйфунский (*ранний* поздний миоцен) и верхний усть-суйфунский (*поздний* поздний миоцен). Суйфунский комплекс, ранее считавшийся плиоценовым (Решения..., 1994), отнесен к эоплейстоцену\*.

В синеутесовской флоре доминируют *Zelkova elongata* K. Suz., *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney. В существенно меньшем количестве встречены *Glyptostrobus europaeus* (Brongn.) Heer, *Alnus* (*A. schmalhauseni* Grubov, *A. cf. prenepalensis* Hu et Chaney,

---

\* Автор придерживается традиционного для Отечественной геологии подразделения четвертичной системы (эоплейстоцен, неоплейстоцен, голоцен).

*A. duensis* (Baik.) Iljinskaja, *A. protohirsuta* Endo ex Uemura, *Betula mitaii* Tanai et Onoe, *Fagus evenensis* Cheleb., *Alangium kryshstofovichii* Baik. Остальные виды представлены единичными экземплярами. В таксономическом отношении более разнообразны роды *Acer*, *Ulmus*, *Alnus* и *Salix*. В целом синеутесовская флора умеренная, умеренно теплая. Никаких субтропических элементов в ее составе не обнаружено. В наибольшей степени проявляется ее сходство с умеренными позднеолигоцен-раннемиоценовыми флорами Японии (*Aniai-type*) и флорой *Changgi* в Корее.

Синеутесовская флора сменяется верхним флористическим комплексом Нежино (Павлюткин, Чекрыжов, 2007a). В нем преобладают цветковые растения. Хвойные представлены единичными экземплярами. Комплекс смешанный; главную роль в нем играют элементы долинных ассоциаций – представители родов *Populus*, *Salix*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Pterocarya*, *Carya*, *Juglans*. Не менее разнообразны и растения склонов: березовые, кленовые, розоцветные, актинидиевые, виноградные, липовые, бересклетовые, аралиевые. Показательно участие термофильных родов: *Magnolia*, *Liquidambar*, *Celtis*, *Eurya*, *Idesia*, *Meliosma*, *Nyssa*, *Davidia*, *Alangium*, *Ilex*, *Paliurus*, *Ziziphus*, *Cissus*, *Smilax* и многочисленные бобовые. По степени термофильности нежинский фитокомплекс обнаруживает сходство с флорами «оптимального» миоцена Японии (флора *Utto*) и Китая (флора *Shanwang*).

Важность открытия нежинской палеофлоры проявляется в двух аспектах: во-первых, она заполняет разрыв (лауну) между ранее известными синеутесовским и ханкайским флористическими комплексами (Павлюткин, 2005), во-вторых, ее с полным основанием можно рассматривать как отвечающую климатическому оптимуму миоцена.

Нежинский фитокомплекс в последовательном флористическом ряду сменяет ханкайская флора, характеризующая новокачалинский горизонт. По таксономическому богатству и разнообразию она на сегодня самая представительная на Дальнем Востоке (Павлюткин, 2005). Безусловным доминантом в ней является бук – *Fagus chankaica* T. Alexeenko. К субдоминантам относятся *Metasequoia* и *Taxodium*. В роли обычных компонентов выступают *Sorbus quercifolia* Pavlyutkin, *Zelkova elongata* K. Suz., *Acer rotundatum* Huz., *A. protomiyabei* Endo, *Aesculus iljinskajae* Pavlyutkin. В группе хвойных отмечены, хотя и немногочисленными экземплярами, южные роды: *Keteleeria*, *Pseudolarix*, (?) *Cathaya*, *Cunninghamia*, *Taiwania*, *Thuopsis*, *Chamaecyparis*.

Среди цветковых установлены виды, входящие в состав термофильных родов: *Aphananthe primorica* Pavlyutkin, *Morus serratifolia* Pavlyutkin, *Sapium mogiense* Tanai, *Excentrodendron* sp., разнообразные бобовые, *Zanthoxylum lanceolatifolium* Pavlyutkin, *Euodia* sp., *Fortunella* sp., *Ailanthus yezoensis* Oishi et Huz., *Cedrela* sp., *Buchanania* sp., *Koelreuteria crenulata* Pavlyutkin, *Dipteronia chankaica* Pavlyutkin, *Ilex tury-rogica* Pavlyutkin. Это позво-

ляет сравнивать ханкайскую флору с «оптимальными» миоценовыми флорами Daijima-туре Японии, хотя в целом она теплоумеренная, мезофильная, листопадная с редкими вкраплениями вечнозеленых растений.

Ханкайскую палеофлору сменяет усть-суйфунская, в которой автором выделены фитокомплексы двух уровней (Павлюткин, 2002a). Нижний наиболее полно представлен местонахождениями Тереховка, Дубки и Вольно-Надеждинское-1. В соответствующих коллекциях папоротники и хвощи не установлены, роль хвойных низкая. Среди цветковых безусловно преобладают березовые, ореховые, ильмовые, ивовые. Довольно часты клены, липа, конский каштан, изредка отмечаются ликвидамбар, стиракс, крушина, но не встречено ни одного экземпляра буковых.

Фитокомплекс верхнего уровня (местонахождение Вольно-Надеждинское-2) характеризуется повышенным таксономическим разнообразием. Самая характерная его особенность – обилие бука (*F. palaeograndifolia* Pavlyutkin). Из буковых, кроме того, установлено присутствие *Castanea miomollissima* Hu et Chaney. В родовом отношении наиболее разнообразны розоцветные (*Spiraea*, *Rosa*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Rubus*, *Prunus*), березовые (*Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*), ореховые (*Pterocarya*, *Juglans*, *Carya*), ильмовые (*Ulmus*, *Zelkova*, *Celtis*). Усть-суйфунская флора относится к теплоумеренным мезофильным листопадным. Ее возраст – поздний миоцен с возможным незначительным удревнением до *позднего* среднего миоцена.

Плиоценовые флоры в Приморье достоверно известны пока лишь по палинологическим данным. Уровень эоплейстоценовых флор в регионе представлен единственным известным на сегодня фитокомплексом суйфунской свиты. В таксономическом отношении суйфунская флора – это крайне обедненный вариант предшествующих, главным образом позднемиоценовых флор, от которых в ней сохранились немногочисленные реликты: *Pterocarya*, *Zelkova*, *Celtis*.

Эволюцию растительных сообществ на протяжении всего третичного времени можно представить, используя образное выражение Л.Ю. Буданцева (2005), как непрерывную последовательность «утрат» и «приобретений». Постепенная элиминация одних родов сопровождалась появлением на «арене жизни» других, до этого занимавших в палеофитоценозах скромное место (рис. 3). Этот процесс, идущий плавно и непрерывно, сменялся резкими «всплесками» на определенных рубежах, приводившими к обновлению растительного покрова.

На протяжении палеоцена изменения сводились преимущественно к элиминации из растительных сообществ представителей родов, не имеющих аналогов в составе рецентных семейств или всего лишь близких современным родам, и замене их естественными



родами. Эоценовые флоры, наряду с доминирующими представителями рецентных семейств, еще включали некоторые реликты палеоцена из гаммелидовых (*Hamamelites*) платановых (*Protophyllum*), липовых (*Plafkeria*), а также формальных родов *Trochodendroides*, *Trochodendrocarpus*, *Zaissania*, *Nordenskioldia*. Для флор характерно слабое представительство буковых, березовых (исключая *Alnus*), розоцветных. Эоценовые флоры эволюционировали медленно: состав ранне- и позднеэоценовых фитокомплексов отличается незначительно, они нередко содержат одни и те же виды, хотя и при различии габитуальных характеристик. Эоценовые флоры Приморья отличаются заметной таксономической бедностью и однообразием. Исключение, пожалуй, представляет только болотнинская флора, отвечающая, вероятно, интервалу эоценового климатического оптимума, хотя настоящие аналоги «оптимальных» эоценовых флор Камчатки и Приамурья пока не обнаружены.

Наиболее радикальные изменения в растительном покрове произошли на рубеже эоцен/олигоцен. Лишь немногие представители эоценовых флор перешли его (*Trochodendroides* – форма *cosculifolia*, некоторые платаны, «*Acer*» *arcticum*, *Quercus ussuriensis*), но и они окончательно угасают к середине олигоцена. К этому времени флора полностью обновляется, приобретая четко выраженный тургайский облик с обилием представителей ильмовых, буковых, березовых, ореховых, ивовых, кленовых, имеющих близкие аналоги в современных умеренных и теплоумеренных флорах Восточной Азии.

Флоры позднего олигоцена, умеренные по своему облику, окончательно утрачивают последних представителей предшествующих эоценовых флор и уже практически неотличимы от типичных миоценовых флористических комплексов. Миоценовые флоры (нежинскую и ханкайскую) отличает приток иммигрантов из южных районов, что придает им отчетливый термофильный оттенок. Однако эти флоры, отражающие миоценовый климатический оптимум, все же заметно умереннее своих одновозрастных аналогов с территории Японии.

В позднемиоценовых флорах нижнего фитоуровня роль термофильных растений заметно снижается, отвечающие этому времени усть-суйфунские фитокомплексы в композиционном отношении упрощаются, основу их формируют представители умеренных родов, принадлежащих ильмовым, березовым, ореховым, ивовым, розоцветным, кленовым. Флоры верхнего усть-суйфунского уровня выглядят несколько разнообразнее, в их составе появляются буковые, отдельные более теплолюбивые представители ореховых, кизилых, пядубовых, магнолиевых, что связано с некоторым потеплением климата, известным как позднемиоценовый слабо выраженный оптимум. В фитокомплексах обоих уровней отсутствуют хвощи и папоротники, крайне мала роль сосновых, отмечаются лишь немногочисленные таксодиевые, тиссовые и, единично, кипарисовые.

В течение плиоцена происходит дальнейшее прогрессирующее обеднение древесно-кустарникового яруса растительного покрова территории. Таксономический состав плиоценовых флор (по палинологическим данным) упрощается; в отдельные интервалы они уже мало чем отличаются от палинофлор, характеризующих теплые климатохроны неоплейстоцена. Окончательная деградация позднетургайской флоры приходится на позднеплиоценовую эпоху ксерофитизации, когда сомкнутые леса распались, уступив место галерейным, а на равнинах появились обширные открытые пространства, хотя в горных районах сомкнутый лесной покров сохранился (Павлюткин, 2003). Из состава палинофлор полностью выпадают последние представители таксодиевых. В последующий этап гумидизации климата при одновременном снижении температурного фона сформировалась растительность современного (уссурийского) типа с доминированием дуба монгольского, а среди хвойных – кедра корейского, но с незначительной примесью растений, еще обычных в плиоценовых лесах на данной территории.

## **Глава VI. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ**

### **П а л е о ф а ц и и**

Как известно (Геология СССР..., 1969), палеоген-неогеновый комплекс континентального юга Дальнего Востока сформирован исключительно континентальными осадочными, вулканогенными и вулканогенно-осадочными образованиями. В течение третичного времени обстановки осадконакопления на указанной территории не раз менялись, причем в разных СФЗ эти изменения носили различный характер (рис. 4). В Верхнем Приамурье, где известны наиболее полные разрезы верхнего мела и нижнего палеогена, поздний маастрихт и палеоцен характеризуются преимущественным развитием аллювиальных фаций, связанных с деятельностью крупных высокопорядковых рек равнинного типа, формировавших обширные аккумулятивные равнины, периодически подвергавшиеся заозериванию и заболачиванию.

На территории Приморья в Прибрежной СФЗ осадконакопление в палеоцене протекало в иных условиях: здесь, наряду с аллювиальными, развиты озерные литофации подпрудных водоемов, возникших при блокировании речных артерий лавовыми потоками. Терригенная седиментация сопровождалась активным эксплозивным вулканизмом. В пределах остальных СФЗ Приморья палеоценовые отложения достоверно не известны, хотя в наиболее глубоких впадинах Приханковья возможность обнаружения их не исключается. В палеоцене территория Ханкайского массива оставалась относительно приподнятой с широким развитием денудационных процессов и формированием каолиновых кор выветривания.

В эоцене на территории СФЗ Ханкайского массива и ее обрамления заложилась депрессионные структуры – впадины, в формировании которых ведущая роль отводится

Стратиграфическая шкала				Структурно-формационные подразделения				
Система	Отдел	П/отдел	Горизонт	СФЗ Буреинского массива	СФЗ Ханкайского массива	Западно-Сихотэ-Алинская СФЗ	Прибрежная СФЗ	
Q			СУЙФУНСКИЙ	●●●●	●●●●	?	△ ?	
Н Е О Г Е Н	ПЛИОЦЕН	верхний	АННЕНСКИЙ		△△ △△ △△	∨ ∨ △	∨ ∨ △	
		нижний	ШУФАНСКИЙ		∨ ∨ ∨ ∨ ∨ ∨	∨ ∨ ∨ ∨ ∨ ∨	∨ ∨ ∨ ∨ ∨ ∨	
	МИОЦЕН	верхний	УСТЬ-СУЙФУНСКИЙ	●●●●	∨ ∨ ●●●●	∨ ∨ ●●●●	∨ ∨ ●●●●	
		средний	НОВОКАЧАЛИНСКИЙ	●●●●	●●●● ●●●●	●●●● ●●●●	∨ ∨ ∨ ∨	
		нижний	НЕЖИНСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ∨ ∨	
			СИНЕУТЕСОВСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ∨ ∨	
	ПАЛЕОЦЕН	ОЛИГОЦЕН	верхний	ПАВЛОВСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ●●●●
			нижний		●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ●●●●
		ЭОЦЕН	верхний	УСТЬ-ДАВЫДОВСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ∨ ∨
			средний	НАДЕЖДИНСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ∨ ∨
нижний			УГЛОВСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	●●●● ∨ ∨	
ПАЛЕОЦЕН	верхний	КИВДИНСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	∨ ∨ ∨ ∨		
	нижний	ВЕРХНЕЦАГАЯНСКИЙ	●●●●	●●●●	●●●●	●●●● ∨ ∨		

●●●● 1    ●●●● 2    — — — 3    △ △ 4    ∨ ∨ 5    ■ ■ ■ 6    ■ ■ ■ 7

Рис. 4. Основные особенности осадконакопления и фациального состава кайнозойского комплекса Приморья и Верхнего Приамурья.

1 - аллювиальные псефитовые фаши; 2 - аллювиальные псаммитовые фаши; 3 - озерные фаши; 4 - делювиально-пролювиальные фаши; 5 - вулканогенные фаши; 6 - угленосность: промышленная, непромышленная, углепроявления; 7 - туфогенность: от туфов до пород с примесью тонкой пирокластики.

сдвиговым деформациям (Уткин, Седых, 1984). Для эоценового этапа характерными были ландшафты аллювиальных равнин, генетически связанных с деятельностью высокопорядковых рек, с малыми продольными уклонами и, как следствие, мелкообломочным, алеврито-песчаным составом аллювия. Накопление последнего происходило по констративному типу, что обеспечивало при соответствующем тектоническом режиме формирование мощных (многие сотни метров) толщ, довольно однородных по составу. В противоположность ранее принятым схемам, в которых эоценовые отложения играли незначительную роль (угловская свита), в принятом варианте схемы, эоцен – эпоха наиболее активного осадконакопления и связанного с ним торфо-углеобразования; максимальные темпы седиментации приходятся на поздний эоцен.

Господствующий аллювиальный режим на участках некомпенсированного осадконакопления эпизодически сменялся озерным: обширные, но мелководные озера существовали в пределах определенных границ недолго по геологическим масштабам. Слабая дренированность аллювиальной равнины при гумидном климате обусловила широкое развитие процессов заболачивания и торфо-углеобразования. В надеждинское время озерные обстановки получили более широкое развитие. В Прибрежной СФЗ в позднем эоцене активно продолжилась вулканическая деятельность с образованием мощных толщ базальтовых лав, переслоенных осадочными пакетами (салибезская свита).

Олигоценый этап в депрессиях Западно-Сихотэ-Алинской СФЗ ознаменовался тектонической инверсией, в результате в большинстве из них, вовлеченных в поднятие, процесс активной седиментации прекращается. В СФЗ Ханкайского массива осадконакопление в олигоцене наследует эоценовый тип: в соответствующих толщах преобладают осадки аллювиальных фаций. В Прибрежной СФЗ продолжается осадконакопление в условиях подпрудных озер, оно сопровождается вулканической деятельностью. С озерными фациями связано формирование толщ туфодиамитов и опоковидных туфогенных песчаников и алевролитов с редкими маломощными потоками кислых лав и пластами углей (возновская и гранатненская свиты). В угленосных толщах позднего олигодена (Павловка, Нежино) увеличивается роль грубообломочных составляющих при одновременном нарастании туфогенности.

В миоцене эволюция фациальных обстановок проходила под знаком усиления роли аллювиальных фаций. В раннем миоцене в основном завершаются процессы торфоугленакопления: угленосность соответствующих литокомплексов практически сходит на нет, хотя в нижней составляющей синеутесовской свиты еще присутствуют пласты угля непромышленной мощности. Во второй половине раннего миоцена (нежинская толща) отмечаются только маломощные линзовидные пласты низкомарочных лигнитовых углей,

а в среднем миоцене угленакпление окончательно угасает. Тенденция увеличения роли грубообломочных аллювиальных фаций в осадках, возникшая еще в позднем олигоцене, в еще большей степени проявилась в позднем миоцене, которому отвечает образование толщи галечников усть-суифунской свиты. Во второй половине позднего миоцена на юге Приморья начинается формирование базальтовых плато Шуфанского, Шкотовского, а на севере и на сопредельной территории Хабаровского края продолжается разрастание вулканических полей – Бикинского, Нельминского и Совгаванского.

В плиоцене, по мере разрастания лавовых плато, роль осадочных составляющих в разрезах сокращается, а вулканические компоненты становятся преобладающими. Эффузивный вулканизм основного состава сопровождался эксплозиями пеплов кислого состава, зафиксированных в осадочных пакетах. В северных подзонах Прибрежной СФЗ формирование базальтовых покровов, переслоенных осадочными породами, продолжилось. В конце плиоцена волна аридизации, проявившаяся несколько раньше в Северо-Восточном Китае и Забайкалье, достигла территории Западного Приморья. Здесь этому времени отвечает маломощный, но весьма оригинальный комплекс красноцветных пород преимущественно склонового ряда фаций. В эоплейстоцене в условиях регенерации гумидного климата произошло заложение речной сети в очертаниях, близких современным. К этому времени относится появление на территории Приморья палео-Раздольной, с деятельностью которой связано формирование галечников суифунской свиты.

### **П а л е о к л и м а т ы**

События кайнозойской истории региона, запечатленные в типе осадконакопления и сообществах ископаемых растительных остатков, протекали на фоне непрерывно менявшейся климатической обстановки. Согласно данным В.А. Красиловой (1976), в составе цагаянской флоры не обнаружены остатки наземных или водных растений – современные аналоги которых обитали бы в тропиках. Все современные виды, близкие цагаянским, характерны для умеренной и умеренно теплой климатических областей. По особенностям клеточного строения ископаемых листьев, В.А. Красилов приходит к выводу о достаточно влажном климате в цагаянское время. Климатические условия кивдинского времени мало чем отличались от цагаянских, хотя А.М. Камаева (1990) отмечает некоторое увеличение в кивдинской флоре количества теплолюбивых растений.

Климатический режим эоцена характеризовался двумя главными особенностями: 1) выровненностью температурного фона в Северном полушарии, когда условия, соответствующие, как минимум, теплоумеренному климату, распространились вплоть до арктических широт; 2) температурным максимумом, приходящимся, по разным оценкам, на период от *позднего* раннего эоцена до *раннего* позднего эоцена. В Приморье этому

уровню, по-видимому, соответствует болотнинская флора, хотя аналоги настоящих флор паратропического типа, известных, в частности, на Аляске, здесь пока не обнаружены.

Первое резкое снижение температурного фона в третичное время в регионе началось с середины рюпеля, а не с рубежа эоцен/олигоцен, как принималось ранее. В начале олигоцена климатические условия на территории нынешнего Приморья были еще близки к субтропическим, о чем свидетельствует теплолюбивый облик краскинской и других флор этого уровня, а пессимальные условия установились во второй половине олигоцена. Этому времени отвечает становление флор умеренного типа, уже практически неотличимых по уровню термофильности от миоценовых флористических комплексов.

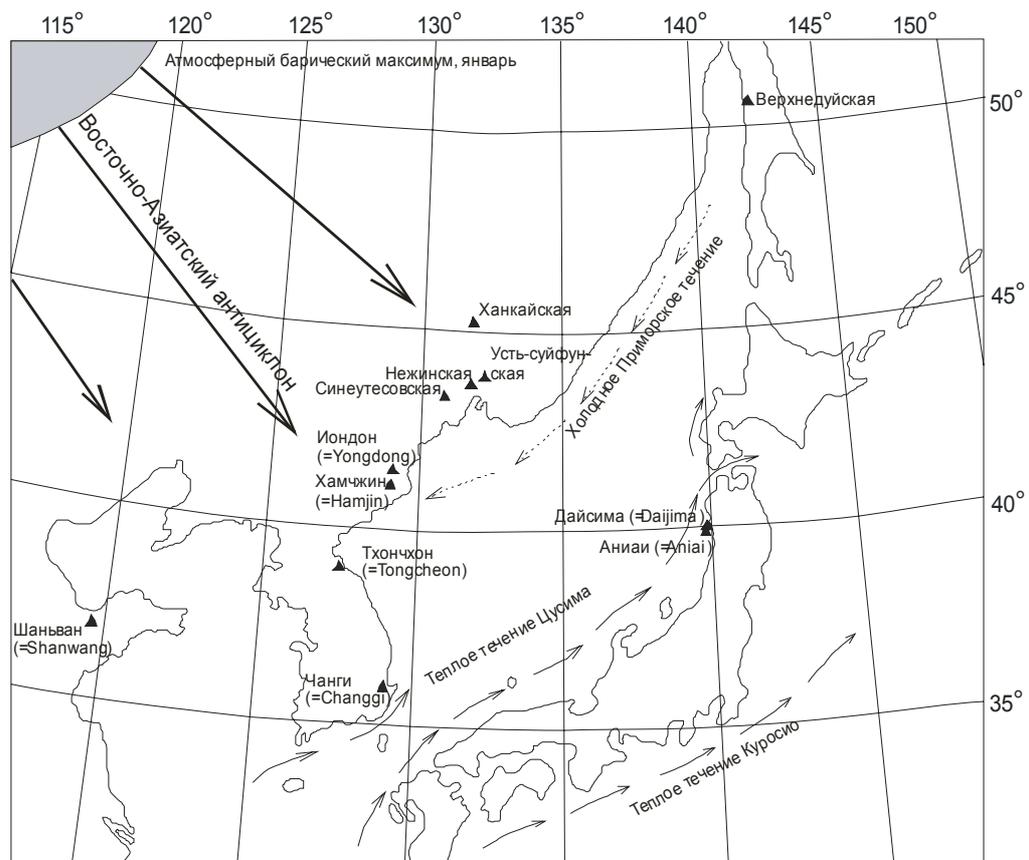


Рис. 5. Местоположение основных миоценовых флор Приморья, прилегающей территории России и зарубежья и палеоклиматическая обстановка миоцена.

За глубокой продолжительной температурной депрессией второй половины олигоцена – начала миоцена последовало повышение температурного фона во второй половине раннего миоцена. Это – одно из наиболее значимых палеоклиматических событий неогена, более известное как миоценовый климатический оптимум. В Приморье этому этапу отвечают нежинская и ханкайская флоры. Обе содержат значительное количество теплолюбивых растений, но все же уступают по уровню термофильности японским флорам этого интервала. Различия объясняются взаимодействием двух региональных факторов – Восточно-Азиатского зимнего

антициклона и теплого течения Цусима, омывающего западное побережье Японии и защищающего ее территорию от сухих холодных ветров с континента (рис. 5).

Восточно-Азиатский антициклон, сформировавшийся в раннем олигоцене – основной флорообразующий фактор в позднем кайнофите юга Дальнего Востока (Павлюткин, 2005). Он ограничивает возможности корреляции континентальных и островных неогеновых флор по их таксономическому составу. Позднекайнофитовые флоры Приморья сходны по термофильности и таксономическому составу с одновозрастными японскими флорами только до уровня середины раннего миоцена, т.е. до того времени, когда территория Японского архипелага еще была частью Азиатского материка. Более молодые фитокомплексы существенно различаются, при этом Приморские ископаемые флоры характеризуются более умеренным обликом из-за палеоклиматических различий, обусловленных раскрытием Японского моря (Павлюткин, Чекрыжов, 2007б).

Температурный фон во второй половине среднего миоцена и в позднем миоцене постепенно снижается в соответствии с последовавшим за миоценовым оптимумом общепланетарным охлаждением в умеренных и высоких широтах. О климатических условиях плиоцена судить сложнее из-за отсутствия данных по соответствующим флорам. Однако состав плиоценовых палинокомплексов, полученных из осадочных пакетов в толщах базальтовых лав, указывает на сходство их с позднемиоценовыми. В конце плиоцена наступила кратковременная фаза аридизации; в эоплейстоцене гумидные условия, характерные для третичного времени, восстанавливаются, и климат приобретает современный облик.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1) На основе новых материалов по геологии и флоре кайнозойских отложений региона, полученных после 1990 года, и с учетом более ранних данных автора, разработан новый вариант стратиграфической схемы палеогена – неогена территории. Основные изменения по отношению к ранее принятой схеме (Решения..., 1994) сводятся к следующим положениям.

– Возраст третичных свит на п-ове Речной (угловской, надеждинской и усть-давыдовской) датируется эоценом – ранним, средним и поздним, соответственно.

– Возраст третичного комплекса Нижнебикинской впадины, включающего три свиты – нижнюю угленосную, среднюю непродуктивную (лучегорскую) и верхнюю угленосную (бикинскую), также пересмотрен. Он соответствует эоцену за исключением самой верхней части бикинской свиты, отвечающей уровню раннего олигоцена.

– Возраст угленосной павловской свиты, прежде датированной ранним-средним миоценом, пересмотрен: она отражает позднеэоцен-олигоценый этап в геологической истории региона. В составе одноименного павловского горизонта выделены два подгоризонта: нижний, условно отвечающий раннему рюпелю, и верхний – позднему рюпелю–хатту.

– В миоценовом комплексе выделено четыре региональных горизонта: синеутесовский (*ранний* ранний миоцен), нежинский (*поздний* ранний миоцен), новокачалинский (средний миоцен) и усть-суйфунский (поздний миоцен). Нежинский и новокачалинский – новые; они предложены автором. Синеутесовский горизонт ранее рассматривался как соответствующий миоцену. Нежинский и новокачалинский горизонты отвечают уровню миоценового климатического оптимума (переходный ранне-среднемиоценовый интервал), соответствующие флоры отличаются довольно высокой термофильностью. Усть-суйфунский горизонт охарактеризован двумя типами флор. Верхний тип (буковый) впервые установлен и изучен автором.

– В объеме плиоцена автором впервые выделено два горизонта: шуфанский и анненский. Нижний, шуфанский, отвечает нижнему плиоцену и нижней части верхнего плиоцена. Он типифицируется средней частью одноименной, ранее уже известной шуфанской свиты, охватывающей в возрастном отношении интервал от позднего миоцена до эоплейстоцена включительно. Прежде принятый ранне-среднемиоценовый возраст сандуганской свиты пересмотрен: она одновозрастна шуфанской свите.

– Анненский горизонт, предложен автором для характеристики маломощной, но весьма оригинальной толщи красноцветных глин, не имеющей аналогов во всем кайнозойском комплексе территории. Он отражает этап аридизации климата и, как следствие, ксерофитизации растительного покрова региона.

– Возраст суйфунского горизонта, ранее считавшийся плиоценовым, пересмотрен: типифицирующая его одноименная свита, по комплексу палеоботанических и палеомагнитных данных, отвечает уровню эоплейстоцена.

2) Развитие растительного покрова проходило под знаком элиминации родов и видов предшествующих этапов и появления более молодых форм, лучше приспособленных к новым, более жестким условиям среды обитания.

– К началу эоцена большинство родов, уходящих корнями в меловую эпоху, но игравших видную роль или даже доминировавших в составе палеоценовых флор, вымирает. Лишь немногие из них (*Trochodendroides*, *Nordenskioldia*, *Trochodendrocarpus* и некоторые другие) еще сохраняют свое значение в эоцене.

– На рубеже эоцен/олигоцен происходит смена типов флор: сообщества раннего кайнофита, включавшие некоторые архаичные роды, «доставшиеся в наследство» от позднего мела, уступают место молодым флористическим комплексам, в которых доминирующая роль принадлежит родам, имеющим аналоги в рецентных семействах. На ранний олигоцен приходится максимальный расцвет тургайской флоры, в Приморье ему отвечают фитокомплексы «энгельгардиевых» слоев. Но уже к началу хатта флоры

приобретают миоценовый облик. Дальнейшая история тургайской флоры региона – это утрата термофильных южных родов, хотя и с частичным возвращением некоторых из них в оптимальную климатическую фазу миоцена. В облике, близком к современному, третичные флоры оформились к позднему плиоцену.

3) Эволюция обстановок осадконакопления проходила в направлении общего снижения угленосности, полностью угасающей в среднем миоцене. Напротив, вулканическая деятельность в эксплозивных фациях нарастает, достигая апогея в западных районах Приморья в позднем миоцене (туфы усть-суйфунской свиты). Эффузивный магматизм проявлялся в разной степени на протяжении всего кайнозоя от самых древних кузнецовских базальтов до самых молодых – шуфанских, совгаванских.

– Осадконакопление в Прибрежной СФЗ в основном завершилось к началу миоцена, далее кайнозойский комплекс наращивался только за счет андезибазальтовых лав. В Западно-Сихотэ-Алинской СФЗ формирование угленосных отложений прекратилось на рубеже эоцен/олигоцена; более молодые образования представлены маломощными пачками аллювиального генезиса, красноцветами и, частично, базальтами. В СФЗ Ханкайского массива оно продолжалось до четвертичного времени включительно, причем роль вулканической составляющей в разрезах, особенно в эксплозивной форме, нарастала.

4) Изменения климата, контролировавшие смену растительного покрова и влиявшие на осадконакопление, сводились к прогрессирующему снижению среднегодовых температур и усилению сезонной контрастности. На этом фоне, по меньшей мере дважды, в первой половине среднего эоцена или на рубеже ранний/средний эоцен и в переходном интервале от раннего к среднему миоцену отмечаются явные признаки улучшения климатических условий, более известные как климатические оптимумы. В континентальном секторе япономорского побережья, включая Приморье, проявление миоценового климатического оптимума было в значительной мере снивелировано негативным воздействием зимнего Восточно-Азиатского антициклона и холодного Приморского течения. В конце плиоцена впервые за всю кайнозойскую историю региона климат приобретает черты заметной аридизации, не имевший, однако, продолжения в эоплейстоцене, когда он вновь становится гумидным, близким к современному.

*Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах автора:*

#### **Монографии**

Павлюткин Б.И. Позднемиоценовая флора Тереховки, Южное Приморье. Владивосток: Дальнаука, 2001. 128 с.

Павлюткин Б.И. Позднемиоценовая флора юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2002a. 192 с.

Павлюткин Б.И. Среднемиоценовая ханкайская флора Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2005. 216 с.

Павлюткин Б.И. Эоценовая усть-давыдовская флора юга Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2007а. 148 с.

### Статьи

Павлюткин Б.И. Неогеновые красноцветы Приморья // Тихоокеан. геология. 1995. Т. 14. № 2. С. 119–125.

Павлюткин Б.И. Новые данные о возрасте верхнекайнозойской суйфунской свиты в стратотипическом районе (Южное Приморье) // Стратиграфия. Геол. коррел. 1997. Т. 5. № 4. С. 101–105.

Павлюткин Б.И. Находка остатков букового леса в верхнемиоценовой усть-суйфунской свите Южного Приморья (Дальний Восток России) // Бот. журн. 1997. Т. 82. № 9. С. 54–61.

Павлюткин Б.И. К вопросу о возрасте суйфунской свиты (Южное Приморье) // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17. № 6. С. 37–45.

Павлюткин Б.И. Новый вид рода *Aesculus* (Hippocastanaceae) в верхнем миоцене Приморья, Дальний Восток России // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 6. С. 127–131.

Павлюткин Б.И. Juglandaceae из позднемиоценовой усть-суйфунской флоры Южного Приморья (Дальний Восток России) // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 9. С. 21–29.

Павлюткин Б.И. *Zelkova* и *Celtis* (Ulmaceae) в позднемиоценовой флоре Приморья, Дальний Восток России // Бот. журн. 2001а. Т. 86. № 6. С. 113–122.

Павлюткин Б.И. Род *Populus* (Salicaceae) в позднем миоцене Приморья, Дальний Восток России // Бот. журн. 2001б. Т. 86. № 11. С. 101–109.

Павлюткин Б.И. Неогеновые виды *Salix* и *Chosenia* (Salicaceae) Приморья, Дальний Восток России // Бот. журн. 2002б. Т. 87. № 4. С. 129–138.

Павлюткин Б.И. Новый вид рода *Corylus* (Betulaceae) из верхнего миоцена Южного Приморья, Дальний Восток России // Палеонтол. журн. 2002в. № 4. С. 90–96.

Павлюткин Б.И. Некоторые термофильные буковые в третичной флоре Краскино (Приморье) и проблема ее возраста // Палеонтол. журн. 2002г. № 5. С. 106–114.

Павлюткин Б.И. Основные этапы эволюции дендрофлоры на территории Приморья в позднем кайнозое // Проблемы эволюции. Т. 5. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 280–285.

Павлюткин Б.И. Rosaceae в среднемиоценовой ханкайской флоре Приморья (Дальний Восток России) // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 2. С. 214–221.

Павлюткин Б.И. Проблемы корреляции третичных краскинской и ханкайской флор Приморья, Дальний Восток России // Палеонтол. журн. 2005. № 2. С. 101–108.

Павлюткин Б.И. Представители рода *Styrax* (Styracaceae) из позднемиоценовой усть-суйфунской флоры (Приморье, Дальний Восток России) // Бот. журн. 2006. Т. 91. № 6. С. 956–962.

Павлюткин Б.И. Усть-давыдовская свита – ключевой палеогеновый стратон Приморья, Дальний Восток России // Тихоокеан. геология. 2007б. Т. 26. № 6. С. 78–92.

Павлюткин Б.И. Представители надпорядка *Egicaceae* из олигоценовой возновской флоры Приморского края // Бот. журн. 2007в. Т. 92. № 2. С. 293–307.

Павлюткин Б.И., Белянина Н.И. Четвертичные отложения Приморья: некоторые итоги систематизации и дальнейшие перспективы изучения // Тихоокеан. геология. 2002. Т. 21. № 3. С. 80–93.

Павлюткин Б.И., Ганзей С.С., Короткий А.М. Возраст усть-суйфунской и усть-давыдовской свит (Южное Приморье) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 5. С. 128–132.

Павлюткин Б.И., Ганзей С.С., Пушкарь В.С., Петренко Т.И. Палеоботаническая характеристика и радиометрическое датирование неогеновых отложений Южного Приморья // Стратиграфия. Геол. коррел. 1993. Т. 1. № 6. С. 40–47.

Павлюткин Б.И., Климова Р.С., Царько Е.И. Новые данные по флостратиграфии и палеогеографии позднего миоцена Юго-Западного Приморья // Сов. геология. 1985. № 2. С. 47–55.

Павлюткин Б.И., Неволина С.И., Петренко Т.И., Кутуб-Заде Т.К. О возрасте палеогеновых назимовской и хасанской свит Юго-Западного Приморья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2006. Т. 14. № 3. С. 116–129.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Новые материалы по стратиграфии третичных отложений п-ова Речной (Южное Приморье) // Тихоокеан. геология. 1993. № 5. С. 42–50.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. К стратиграфии третичных угленосных отложений юго-восточной окраины Ханкайского массива // Тихоокеан. геология. 1994. № 2. С. 18–29.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия пограничных отложений олигоцена и миоцена в Приморье // Стратиграфия. Геол. коррел. 1994. Т. 2. № 6. С. 119–127.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Проблемы стратиграфии третичных образований полуострова Посъет и прилегающей территории (Юго-Западное Приморье) // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16. № 1. С. 89–98.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия кайнозойских отложений Ивановской депрессии, Южное Приморье // Тихоокеан. геология. 2002. Т. 21. № 1. С. 67–75.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И., Белянина Н.И. Новые данные о возрасте суйфунской и усть-суйфунской свит (Западное Приморье) // Тихоокеан. геология. 1988. № 4. С. 92–100.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И., Царько Е.И. Третичная сандуганская свита Приморья: проблемы возраста и корреляции // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18. № 5. С. 69–81.

Павлюткин Б.И., Петренко Т.И., Чекрыжов И.Ю. Проблемы стратиграфии третичных отложений Павловского угольного поля (Приморье) // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24. № 6. С. 59–76.

Павлюткин Б.И., Пушкарь В.С., Черепанова М.В., Петренко Т.И. Проблемы стратиграфии миоцена Приханкайской впадины Приморья, Дальний Восток России // Тихоокеан. геология 2004. Т. 23. № 4. С. 73–85.

Павлюткин Б.И., Ханчук А.И. Новые данные о возрасте озера Ханка // Доклады АН. 2002. Т. 382. № 6. С. 1–3.

Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю. Субтропические иммигранты в миоценовой флоре Нежино // Вестник ДВО РАН. 2007. № 2. С. 123–132.

Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю. К проблеме корреляции дальневосточных миоценовых флор эпохи климатического оптимума // Доклады АН. 2007. Т. 416. № 5. С. 662–665.

Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Митюрева Е. В. Возновская тафофлора – одно из уникальных захоронений олигоценых растений на территории Приморья // Вестник ДВО РАН. 2006. № 2. С. 17–23.