

**ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИИ ПАЛЕОГЕНА–НЕОГЕНА ЗЕРКАЛЬНЕНСКОЙ ВПАДИНЫ
(ВОСТОЧНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ)**

Б.И. Павлюткин¹, И.Ю. Чекрыжов^{1,2}, Т.И. Петренко¹

¹ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр-т 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022; e-mail: pavlyutkin@fegi.ru

²ФГАОУВПО Дальневосточный федеральный университет Инженерная школа, кампус ДВФУ, о. Русский, нп Аякс 10, г. Владивосток, 690922

Поступила в редакцию 19 марта 2015 г.

На основании новых изотопных и палеоботанических данных внесены изменения в ранее принятую стратиграфическую схему палеогена–неогена для бассейна р. Зеркальная. Выявлено наличие продолжительного стратиграфического перерыва между тадушинской свитой и подстилающими вулканитами в разрезе Устиновского карьера. Ранее они рассматривались как переходные мел-палеоценовые слои. По новым данным, возраст вулканитов соответствует кампану, тадушинской свиты – позднему палеоцену. Возраст богопольской свиты в стратотипическом разрезе – средний-поздний палеоцен. Принятый ранее возраст светлинской свиты (поздний эоцен–ранний олигоцен) удревнен до раннего эоцена. Предложен новый вариант стратиграфической схемы для палеогена–неогена Зеркальненской впадины.

Ключевые слова: стратиграфия, палеоген, неоген, ископаемые растения, спорово-пыльцевой анализ, изотопный возраст, Сихотэ-Алинь.

ВВЕДЕНИЕ

Зеркальненская (=Тадушинская) кайнозойская впадина географически приурочена к восточному мегасклону Сихотэ-Алиня в пределах территории Кавалеровского района Приморского края (рис. 1). В схеме формационного районирования региона [12] она включена в Ольго-Тернейскую подзону Восточно-Сихотэ-Алинской структурно-фациальной зоны (СФЗ). Вопросы стратиграфии и корреляции выполняющих впадину отложений, в том числе угленосных, несмотря на большой объем проведенных геолого-съёмочных и специализированных биостратиграфических работ, остаются по-прежнему актуальными. Стратиграфическая схема палеогена–неогена впадины (бассейн р. Зеркальная (=Тадуши), принятая на 4-ом Межведомственном стратиграфическом совещании [17], содержит ряд определенных противоречий с полученными позднее данными и требует доработки. Соответственно, целью наших исследований было уточнение стратиграфии вулканогенно-осадочного чехла впадины. Актуальность проведенных исследований обусловлена тем, что Зеркальненская впадина геологически изучена относительно полнее,

особенно в отношении палеоцена, пока не известного в западных районах Приморья. В этом смысле она может рассматриваться как типовая на Восточном Сихотэ-Алине. Кроме того, к выполняющим ее палеогеновым отложениям приурочено эксплуатируемое Возновское бурогольное месторождение.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС

Интерес к геологии кайнозоя Зеркальненской впадины в первую очередь связан с угленосностью соответствующих отложений. Первые указания на углепроявление в долине р. Тадуши содержатся в материалах об экспедиции В.К. Арсеньева (1906–1907 гг.). В 1930–50-х годах на площади Тадушинской впадины различными организациями проводились поисковые работы на уголь, результаты которых отражены в производственных геологических отчетах (А.Н. Шерстюк, Е.Я. Шапошников, М.В. Цветов, Л.М. Руднянский, В.Д. Бизин и др.). В составе третичного комплекса впадины были выделены богопольская свита кислых вулканитов (нижний эоцен), нижняя угленосная толща (эоцен), андезито-базальтовая толща (эоцен), верхняя угленосная толща (олигоцен). Детально изучена и

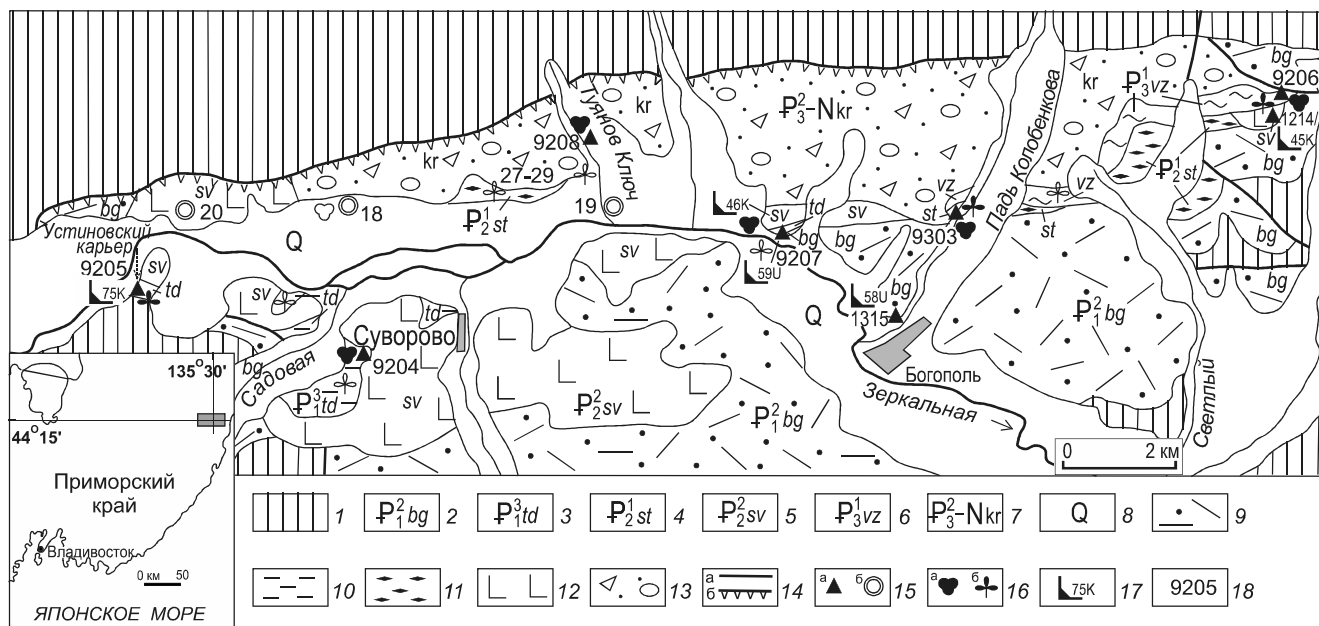


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Зеркальненской впадины (составлена по материалам А.П. Матюнина (1985 г) и А.Я. Костина (2002 г), с добавлениями и изменениями).

1 – докайнозойские образования; 2 – средний палеоцен, богопольская свита; 3 – верхний палеоцен, тадушинская свита; 4 – нижний эоцен, светлинская свита; 5 – средний эоцен, суворовская свита; 6 – нижний олигоцен, возновская свита; 7 – верхний олигоцен–неоген, крушевская толща; 8 – четвертичные отложения; 9 – риолиты, игнимбриты, туфы; 10 – алевролиты, песчаники, угли; 11 – песчаники, гравелиты; 12 – лавы и туфы базальтов; 13 – конглобрекции; 14 – тектонические контакты: сбросы второстепенные (а), сбросы, ограничивающие вулканотектонические структуры (б); 15 – геологические точки: обнажения, карьеры (а), скважины (б); 16 – пункты отбора образцов: для спорово-пыльцевого анализа (а), макрофитофоссилий (б); знаки с заливкой – авторов, без заливки – предшественников; 17 – радиоизотопные даты: возраст, млн л. и метод (К – калий-аргоновый, У – уран-свинцовый.); 18 – номера геологических точек, по первоисточникам.

расчленена на более дробные литостратиграфические подразделения нижняя угленосная толща. Согласно полученным данным, сделан вывод о невысокой угленасыщенности третичных отложений Тадушинской впадины и обоснована нецелесообразность добычи угля шахтным способом, исходя из мощности пластов и подсчитанных запасов.

На рубеже 1950/60-х годов в Приморье началось планомерное геологическое картирование масштаба 1 : 50 000. В пределах Тадушинской (=Зеркальненской) впадины геолого-съёмочные и сопутствующие тематические работы проводили Н.С. Подгорная, Е.В. Быковская, Ф.И. Ростовский, В.Ф. Маринин, С.И. Неволлина, А.П. Матюнин и др. Результаты представлены преимущественно в геологических отчетах и лишь немногие из них опубликованы. Одним из итогов работ стало выделение основных стратиграфических подразделений кайнозоя впадины – тадушинской, туяновской, суворовской, возновской свит, фигурирующих в принятых Региональных стратиграфических схемах [16, 17].

Позднее геологическое изучение кайнозойского комплекса впадины ограничивалось лишь отдельными аспектами стратиграфии и палеоботаники [1, 3, 4,

8, 11]. В последние годы опубликованы результаты изучения цеолитонности вулканитов богопольской свиты [20], а также геологические и палеоботанические данные по возновской свите [13, 14].

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Вопросы стратиграфии палеогена–неогена Зеркальненской впадины изучаются нами комплексно с начала 2000-х годов. Обследованы основные разрезы, проведены сборы растительных остатков (~700 экземпляров) из трех местонахождений (рис. 1), по 14 образцам из 5 пунктов выполнен спорово-пыльцевой анализ. Обработка коллекции макрофоссилий проведена Б.И. Павлюткиным, спорово-пыльцевой анализ выполнила Т.И. Петренко по методике, изложенной в [7].

Получены изотопные даты по 5 образцам вулканических пород, в том числе две для суворовских базальтов К-Аг методом по валовым пробам, одна для туфов риолитов К-Аг методом по биотиту. Датирование проведено в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН, аналитик – В.А. Лебедев. Определение содержания радиогенного аргона проводилось на масс-спектрометре МИ-1201 ИГ методом изотопного разбавления с применением

в качестве трассера ^{38}Ar ; определение калия – методом пламенной спектрофотометрии. При расчете возраста использованы константы: $\lambda_{\text{K}}=0.581 \times 10^{-10} \text{год}^{-1}$, $\lambda_{\text{Rb}}=4.962 \times 10^{-10} \text{год}^{-1}$, $^{40}\text{K}=0.01167$ (ат. %).

Еще два изотопных анализа выполнены для образцов пород из богопольской свиты (спекшийся туф и вулканическое стекло) методом лазерной абляции (LA-ICP-MS) по цирконам. Определение возраста цирконов из спекшегося туфа выполнено в лаборатории аналитической химии ДВГИ ДВО РАН по методике, описанной в [6], а из вулканического стекла – в лаборатории Национального музея природы и науки (г. Цукуба, Япония) по методике, описанной в [25].

Кроме того, нами проанализированы фондовые и опубликованные материалы предшествующих работ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Прежде необходимо дать некоторые пояснения к топонимике района, ибо ошибки в названиях мешают правильно воспринимать опубликованные работы, внося изрядную путаницу. Как известно, в конце 1960-х годов произошло переименование географических названий региона, коснувшееся также тектонических структур. Новые названия даны в скобках: Тадушинская (Зеркальненская) впадина, р. Тадуши (Зеркальная), р. Падь Юшангоу (Садовая), руч. Юшангоу (руч. Пеструшка). Последний в работах А.Г. Аблаева фигурирует под искаженным названием *Петрушка*. Основные местонахождения третичных флор приурочены к бассейну Падь Юшангоу (Садовая), а не руч. Юшангоу, как указывается в ряде публикаций. В бассейне руч. Юшангоу (Пеструшка) третичные отложения пока не известны вообще.

Первая группа стратиграфических проблем связана с различиями в понимании объема, возраста и взаимоотношения богопольской и тадушинской свит.

Богопольская свита. Согласно стратиграфической схеме кайнозойских отложений [17], в основании разреза кайнозойского комплекса Зеркальненской впадины залегают вулканогенные образования (риолиты, туфолавы, игнимбриты, вулканические стекла) с редкими маломощными прослоями-линзами туфов, туфопесчаников, объединяемые в богопольскую свиту (палеоцен). Мощность – до 150 м. Заметим, что богопольская свита распространена на гораздо более обширной территории, за пределами собственно Зеркальненской впадины. Она играет важную роль в формировании отдельных наложенных вулканотектонических структур (ВТС) в пределах Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса.

Авторство в выделении свиты приписывается Е.В. Быковской [19], впервые название *богопольская свита* фигурирует в геологическом отчете В.Д. Бизина*

на*, данные о ней опубликованы позднее с описанием типового разреза [5]. В качестве такового выбрана толща вулканитов в бассейне руч. Падь Колобенкова, в окрестностях с. Богополь (рис. 1). Отсутствие в этом разрезе растительных остатков и широкий разброс имевшихся на то время калий-аргоновых датировок по богопольской свите не позволили уверенно обосновать ее возраст. Первоначально он принимался как отвечающий раннему эоцену (В.Д. Бизин), затем – палеоцену [5].

Первые результаты изотопного датирования (К-Аг метод) вулканитов богопольской свиты [5, 10] отвечают интервалам 40–50 и 50–60 млн лет, соответственно. Более поздние данные, полученные для свиты за пределами Зеркальненской впадины, хотя и в том же районе (Якутинская ВТС), соответствуют интервалу 53–60 млн лет [15]. Полученные даты указывают на средне-позднепалеоценовый до раннего эоцена возраст свиты. Возраст небольшого комплекса растительных остатков, собранного на значительном удалении от типового разреза, за пределами впадины, но, как считалось, из богопольской свиты, существенно древнее: он определен С.И. Невוליной как отвечающий маастрихту–данию.

Тадушинская свита. Свита выделена по предложению В.Ф. Маринина** в объеме, отвечающем нижней составляющей осадочного угленосного комплекса. Вопрос о взаимоотношениях между тадушинской и подстилающей ее богопольской свитами разрешен еще в начале 1950-х годов по результатам исследований, проведенных Л.М. Руднянским***. Основываясь на данных горнопроходческих работ, Л.М. Руднянский указал на наличие размыва и горизонта базальных брекчий в основании осадочного угленосного комплекса, для которого он предложил название *третичные осадочные отложения*. Мощность базального горизонта (конглобрекчий из полуокатанных обломков кислых вулканитов в глинистом заполнителе) составляет 4–5 м.

В разрезе *третичных осадочных отложений* Л.М. Руднянский выделил три составляющие (снизу). 1) Подугольный горизонт, включая базальные слои, сложенный аркозовыми грубозернистыми конгломератовидными песчаниками, «шоколадными»

*Бизин В.Д. и др. (1954 г.). Отчет о результатах геологической съемки и поисков в Тетюхинском районе Приморского края.

**Маринин В.Ф. и др. (1966 г.). Геологическое строение басс. средн. течения р. Зеркальной.

***Руднянский Л.М. (1952 г.). Отчет о поисковых работах по Тадушинской депрессии.

сланцами, опоками, мелкозернистыми плитчатыми туфопесчаниками, мелкими галечниками. В средней и верхней частях горизонта – прекрасно сохранившиеся отпечатки листьев. Мощность горизонта – 57–70 м. 2) Продуктивный угленосный горизонт, сложенный теми же типами пород, что и подугольный, но с двумя угольными пластами в нижней части разреза: *Нижним* – 1.2 м и *Верхним* – 1.4 м. В верхней его части также отмечаются хорошо сохранившиеся остатки растений. Признаков перерыва между двумя горизонтами не выявлено. Мощность продуктивного горизонта – 62 м. 3) Галечниковый горизонт, сложенный крупными галечниками, залегающими с глубоким размывом на продуктивном горизонте. Мощность – 60–70 м. В угленосном горизонте отмечаются тела базальтов – как дайки, так и согласные со слоистостью.

По предложению В.Ф. Маринина, подугольный горизонт был позднее выделен под названием *тадушинская свита*, несмотря на отмеченное Л.М. Руднянским сходство пород, слагающих подугольный и угленосный горизонты, и отсутствие между ними признаков перерыва. В результате они были отнесены В.Ф. Марининым к двум разным свитам: подугольный – к тадушинской, а угленосный вместе с конгломератовым, разделенными глубоким размывом, – к возновской, известной в более ранних работах как верхняя угленосная толща. Неудачность этого решения очевидна прежде всего с позиций общих требований к выделяемым новым свитам [18]. К тому же возникло иное понимание объема возновской свиты, отличное от его исходного варианта.

Возраст тадушинской свиты, по данным палеоботанических исследований (данные С.А. Неволиной), соответствовал раннему палеоцену, что противоречило результатам изотопного датирования вулканитов подстилающей богопольской свиты [5, 10]. Полученные даты указывали на более молодой возраст тадушинской свиты (не древнее позднего палеоцена).

Таково было состояние изученности богопольской и тадушинской свит на момент наших исследований. С целью проверки имеющихся данных по указанным свитам нами проведено изучение некоторых ключевых, на наш взгляд, разрезов.

Первый из них частично вскрыт Устиновским карьером на правом берегу Зеркальной (т. 9205, рис. 1), отсюда происходят сборы растительных остатков из так называемых плитчатых туффитов, залегающих над вулканитами, как считалось, богопольской свиты. Возраст этого флористического комплекса, согласно авторам коллекционных сборов, отвечает палеоцену [1, 8], однако стратиграфическое положение плитчатых туффитов трактуется ими по-разному. В.А. Кра-

силов, основываясь на находке нескольких фрагментов макрофоссилий в подстилающих вулканитах (риолитовых туфах), предлагает считать слои, вскрытые Устиновским карьером, как переходные мел/палеоценовые, фиксирующие границу между богопольской и тадушинской свитами. А.Г. Аблаев рассматривает плитчатые туффиты как *слои с тадушинской флорой* в составе богопольской свиты, отвергая самостоятельность самой тадушинской свиты.

Данный разрез представляет собой переходный интервал от риолитовых туфов, местами сильно выветрелых, превращенных в бентонитовые глины, к вышеназванным плитчатым туффитам с хорошо сохранившимися растительными остатками, при том что характер самого контакта по-прежнему остается неизвестным. Устиновский флористический комплекс, согласно его монографическому описанию [1], отличается безусловным доминированием представителей семейства березовых (*Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*). По нашей оценке, для него характерна нечеткая морфологическая обособленность родов, входящих в семейство Betulaceae, что косвенно указывает на древность флоры, когда дифференциация исходного «березоподобного» морфотипа на отдельные роды березовых еще не завершилась. Нами проведены дополнительные коллекционные сборы из Устиновского местонахождения. В коллекции присутствуют практически все морфотипы, известные из монографической сводки по устиновской флоре [1]. Дополнительно обнаружены некоторые ранее не отмечавшиеся представители сосновых (*Pseudolarix*, *Pseudotsuga*) и кипарисовых (рис. 2), что, впрочем, не меняет умеренного облика флоры.

Для подстилающих риолитовых туфов нами получена изотопная дата (К-Аг метод по монофракции биотита) – 75.2 ± 1.6 млн лет (табл. 1). Этот результат вполне согласуется с ранее полученной датой (74 ± 4.0 млн лет) из того же разреза. Он подтверждает ранее высказанное мнение М.А. Ахметьева [2] о принадлежности риолитовых туфов, подстилающих слои с «березовым» комплексом, к верхнемеловой сияновской свите.

Следовательно, разрез, вскрываемый Устиновским карьером, соответствует зоне контакта верхнемеловой сияновской свиты с палеоценовой тадушинской свитой и, следовательно, не может рассматриваться как региональный стратотип мел/палеогеновой границы. В нем фиксируется продолжительный стратиграфический перерыв, охватывающий, как минимум, время формирования богопольской свиты. Плитчатые туффиты с растительными остатками («березовый» комплекс) не могут быть включены в состав богопольской свиты в ранге «слоев с флорой»,

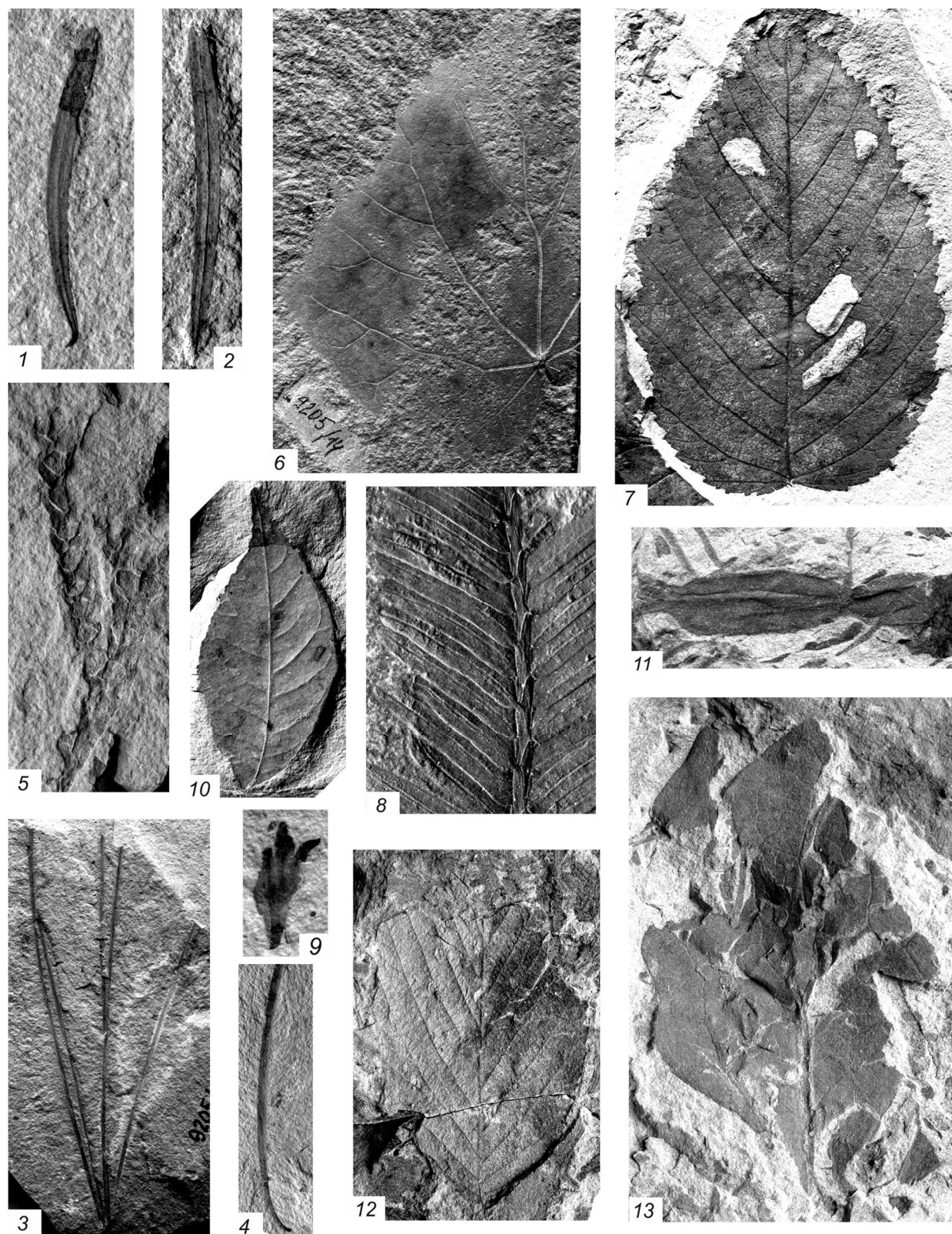


Рис. 2. Ископаемые растения гадушинской и светлинской свит.

1, 2 – *Pseudotsuga* sp., обр. 9205/216, $\times 2.8$, 9205/25, $\times 2.8$; 3 – *Pinus* ex gr. *quinquefoliata*, обр. 91205/42; 4 – *Pseudolarix* cf. *japonica* Tanai et Onoe, обр. 9205/436; 5 – *Cupressinocladus sveshnikovae* Ablaev, обр. 9205/26, $\times 2.8$; 6 – *Menispermum krassilovii* Ablaev, обр. 9205/14; 7 – *Betula* sp., обр. 9205/38; 8 – *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, обр. 9205/40a, $\times 2.8$; 9 – *Betula lacinibracteata* Krassil., обр. 9205/21д; 10 – *Salix* sp., обр. 9205/24; 11 – *Equisetum arcticum* Heer, обр. 9303/8, $\times 1.9$; 12 – *Corylus* sp., обр. 9303/10; 13 – *Ilex* sp., обр. 9303/9, $\times 1.9$.

Таблица 1. Результаты изотопного датирования (К-Аг метод) возраста вулканических пород Зеркальненской впадины.

№№ п/п	Образцы	Порода	Координаты:		Калий, мас. % ±2σ	⁴⁰ Аг _{рад.} (нг/г) ±2σ	Возраст, млн. л. ±2σ
			широта	долгота			
1	У-099	Туф риолита	44°15'35"	135°16'25"	6.76±0.07	35.98±0.12	75.2±1.6
2	У-097	Базальт	44°16'10"	135°25'15"	1.05±0.02	3.368±0.011	45.7±1.8
3	1214/7	Базальт	44°17'15"	135°32'05"	0.69±0.015	2.177±0.010	45±2

Примечание. У-099 (т. 9205) – Устиновский карьер; У-097 (т. 9207) – Сопка Угольная; 1214/7 (т. 1214/7) – Возновское бурогольное месторождение.

как предлагает А.Г. Аблаев, поскольку подстилающие вулканы в данном разрезе не относятся к богопольской свите – они существенно древнее.

Второй разрез (т. 9207, рис. 1) приурочен к основанию склона г. Сопка Угольная (левобережье Зеркальной). В отчете В.Ф. Маринина (со ссылкой на Е.В. Быковскую) указано, что здесь на туфах богопольской свиты залегает маломощная пачка «шоколадных» аргиллитов и алевролитов с растительными остатками и пластом угля (0.8 м), перекрытая покровом базальтов. Полученные нами датировки для спекшихся туфов (57.5±1.5 млн лет) и базальтов (45.7±1.8 млн лет), а также палинологические данные по осадочной составляющей разреза (табл. 2) свидетельствуют о палеоцен-эоценовом возрасте слагающих его пород.

Уран-свинцовое датирование выполнено по 27 зернам циркона. Конкордия и средневзвешенный возраст приведены на рис. 3А. При средневзвешенной величине U-Pb возраста 57.5±1.5 млн лет выделяется две группы конкордантных значений возраста: около 54 и 60 млн лет, соответственно. Можно предположить, что проанализированы не только цирконы, отвечающие возрасту породы (около 54 млн лет), но и более древние, связанные с первой фазой становления комплекса (около 60 млн лет) и попавшие в пробу из резургентных обломков.

Для спорово-пыльцевого спектра характерны следующие признаки: преобладание пыльцы покрытосеменных над голосеменными при незначительном участии спор, в составе последних отмечена *Gleichenia*, в группе голосеменных доминирует пыльца *Taxodiaceae*, не определенная до рода, среди покрытосеменных преобладают березовые и ореховые, показатель присутствия пыльцы *Ulmoideipites tricostatus*, *Triatriopollenites plicoides*, *T. confusus* – таксонов формальной группы, обычной для палеогена. Характерна слабая представительность буковых. Микрофоссилии отличаются плохой сохранностью (рис. 4), отмечаемой и для других разрезов тадушинской свиты.

Третий разрез (т. 1315, рис. 1) отвечает стратотипу богопольской свиты (руч. Падь Колобенкова). Здесь разрез свиты представлен вулканическим сте-

плом риолитового состава, спекшимися туфами риолитов и сферолитовыми риолитами. Уран-свинцовое датирование выполнено по 27 зернам циркона из вулканического стекла. Конкордия и средневзвешенный возраст приведены на рис. 3Б. Как и в образце спекшегося туфа, здесь зафиксированы две группы разновозрастных, но в целом конкордантных значений абсолютного возраста: 53–54 и 58–59 млн лет. За истинный возраст породы, очевидно, надо принять меньшие его величины (53–54 млн лет), ибо более древний возраст относится к цирконам ранней фазы формирования комплекса, попавшим в пробу из ксеногенных обломков «рамы» вулканического аппарата. Средневзвешенный возраст данной группы цирконов (55.67 ± 0.74 млн лет) несколько ниже относительно предыдущей пробы за счет большей доли зерен «молодых» цирконов. Последние характеризуют истинный возраст породы, отражая основную, заключительную фазу становления комплекса.

Приведенные даты хорошо согласуются с ранее опубликованными прецизионными значениями возраста пород богопольской свиты (53–60 млн лет) в Якутинской ВТС [15]. Вместе с тем, они имеют большее значение для характеристики свиты, поскольку получены для пород в ее типовой местности, включая стратотип.

В четвертом разрезе (междуречье Садовая – Курчумка, т. 9204, рис. 1) вскрывается фрагмент разреза угленосного горизонта (по Л.Д. Руднянскому), для которого нами получены палинологические данные (табл. 2), указывающие на позднепалеоцен-раннеэоценовый возраст соответствующих пород.

Имеющиеся изотопные и палинологические данные противоречат, как указано выше, мнению палеоботаников (М.О. Борсук, С.И. Неволина, В.А. Красилов, А.Г. Аблаев) о более древнем, раннепалеоценовом (до дания включительно) возрасте тадушинской свиты. Их выводы основываются на сопоставлении тадушинского флористического комплекса с другими, в частности, с тахобинским (в Приморье), маломихайловским, кивдинским (в Приамурье) и Форт Юнион (в США). На сегодня это – главное противоречие в во-

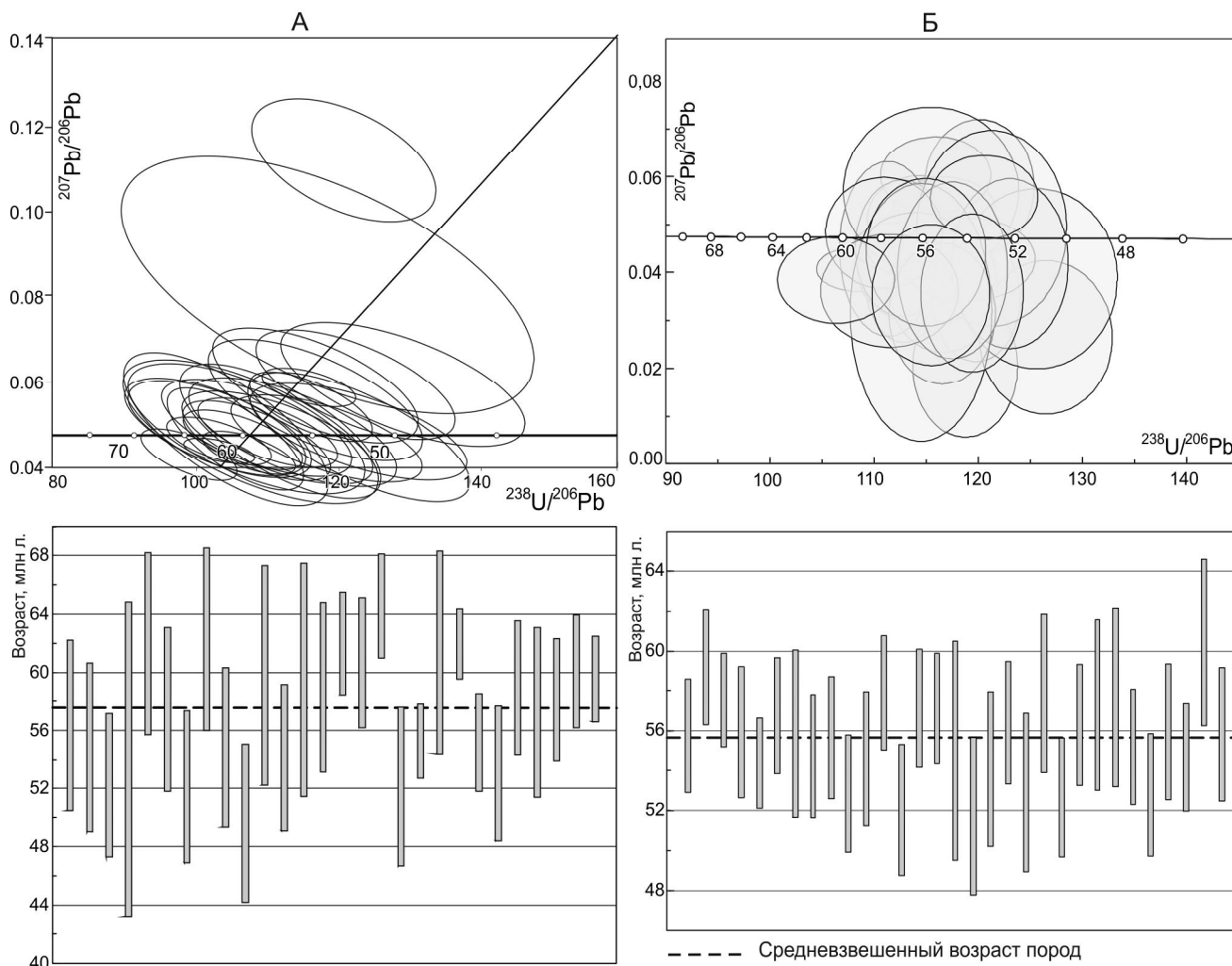


Рис. 3. Диаграммы Тера-Вассербурга и графики дискретного значения возраста изотопного датирования цирконов из спекшегося туфа (А) и вулканического стекла (Б) богопольской свиты.

просе о возрасте богопольской свиты и перекрывающих ее осадочных отложений, включающих тадушинский комплекс растений. Поскольку изотопные датировки, полученные независимо в разных лабораториях разными методами, довольно близки, необходимо обратиться к палеоботаническим данным.

Тадушинская флора (басс. Зеркальной), наиболее полно представленная в отчете С.И. Невониной*, включает около 150 видов, однако иллюстрации ископаемых растений приведены только для 47 из них (табл. 3). Качество фотографий в отчете в целом невысокое, максимальное увеличение ($\times 2$) дано лишь для немногих видов, что затрудняет выводы о кор-

ректности выполненных определений. Значительная часть из 47 таксонов описана как новые виды, единично как новые комбинации. Обе группы, естественно, не могут быть привлечены для корреляционных целей, так же как и виды широкого стратиграфического распространения. Еще большее число видов дается в открытой номенклатуре, причем часть из них со знаком неуверенности (?) в родовой принадлежности ископаемого растения. За вычетом названных, остается 15 названий, включая 7 видов со знаком «aff.», указывающим на весьма поверхностное сходство с конкретным таксоном. Таким образом, количество видов, которые интерпретируются как характерные для мела или раннего палеоцена, весьма ограничено.

Анализ выполненных определений последних показывает, что речь идет о таксонах либо похожих на известные из более широкого (включая эоцен) диапа-

*Неволина С.И., Климова Р.С. (1985 г.). Отчет по теме 397: Палеоботаническое обоснование верхнемеловых-неогеновых отложений Приморского края.

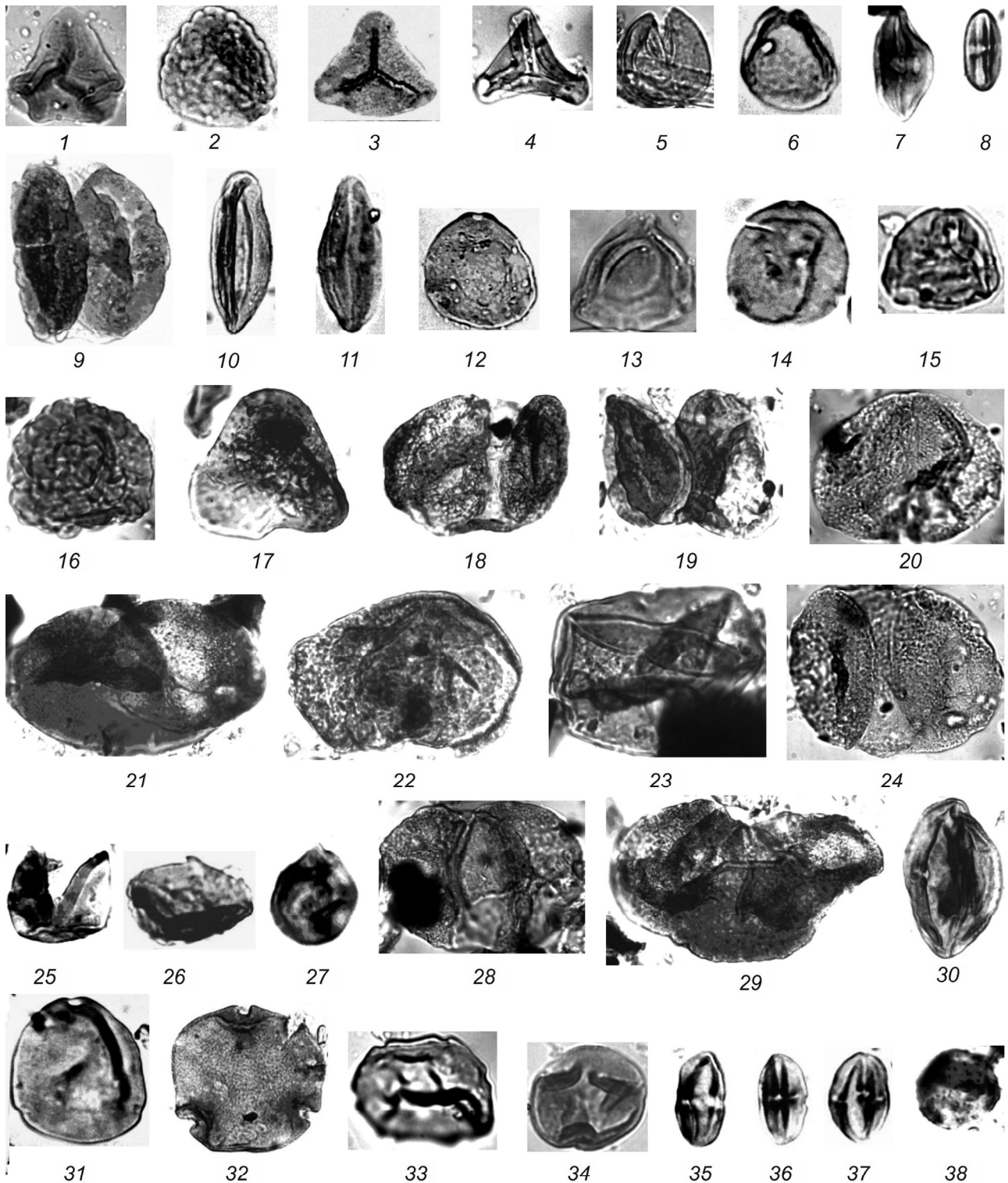


Рис. 4. Споры и пыльца тадушинской (1–15) и светлинской (16–38) свит: все изображения голосеменных даны с увеличением $\times 388$, остальные – $\times 583$.

1 – *Leiotriletes* sp.; 2 – *Botrychium* sp.; 3 – *Concavisporites* sp.; 4 – *Gleichenia* sp.; 5 – Taxodiaceae gen. indet.; 6 – *Ulmoideipites tricostatus* And.; 7 – *Aesculus* sp.; 8 – *Castanea* sp.; 9 – Pinaceae gen. indet.; 10, 11 – *Parthenocissus* sp.; 12 – *Carya* sp.; 13 – *Triatriopollenites confusus* Zakl.; 14 – *Comptonia* sp.; 15 – *Triatriopollenites plicoides* Zakl.; 16 – *Sporae* sp.; 17 – *Lygodium* sp.; 18 – *Pinus* subg. *Diploxylon*; 19 – *Podocarpus* sp.; 20 – *Pinus mirabilis* (Rudolph) Ananova; 21 – *Picea* sect. *Omorica*; 22 – *Cedrus* sp.; 23 – *Larix* sp.; 24 – *Pinus* subg. *Haploxylon*; 25 – Taxodiaceae gen. indet.; 26 – *Sequoia* sp.; 27 – *Taxodium* sp.; 28 – Pinaceae gen. indet.; 29 – *Abies* sp.; 30 – *Parthenocissus* sp.; 31 – *Carya* sp.; 32 – *Tilia* sp.; 33 – *Juglans* sp.; 34 – Rosaceae gen. indet.; 35 – *Castanopsis* sp.; 36, 37 – *Castanea* sp.; 38 – Icacinaceae gen. indet.

Таблица 2. Таксономический состав палинофлор палеогена Зеркальненской впадины.

Палинофлоры	Басс. р. Садовая, т. 9204			Уголь- ная т. 9207	Ключ Туянов, т. 9208		Руч. Падь Колобенкова, т. 9303	
	1С	2С	3С		1У	1Т	2Т	1К
Общее кол-во микрофоссилий	460	458	262	338	395	244	340	387
Кол-во спор	57/12.4	80/17.5	5/1.9	16/4.7	52/13.1	16/6.5	14/4.1	3/0.8
Кол-во пыльцы голосеменных	257/55.9	280/61.1	43/16.4	98/29.0	272/68.9	180/73.8	88/26.0	140/36.2
Кол-во пыльцы покрытосеменных	146/31.7	98/21.4	214/81.7	224/66.3	71/18.0	48/19.7	238/70.0	244/63.0
Споровые								
<i>Sphagnum</i> sp.	3/0.7				1/0.3			
Polypodiaceae gen. indet.	15/3.3	45/9.8	4/1.5	4/1.2	45/11.4	11/4.5	9/2.6	1/0.3
<i>Pteris</i> sp.							1/0.3	
<i>Leiotriletes</i> sp.	10/2.2	21/4.6	1/0.4	6/1.8	2/0.5	1/0.4	1/0.3	1/0.3
<i>Osmunda</i> sp.	13/2.8	4/0.9			1/0.3	2/0.8		
<i>Lophotriletes</i> sp.		1/0.2						
<i>Botrychium</i> sp.	2/0.4	4/0.9		3/0.9	2/0.5	2/0.8	3/0.9	
<i>Gleichenia</i> sp.	12/2.6	3/0.7		1/0.3				
<i>Cyathea</i> sp.	1/0.2							
<i>Lygodium</i> sp.					1/0.3			
Schizaceae gen. indet.		1/0.2						
<i>Lycopodium</i> sp.	1/0.2	1/0.2						
Голосеменные								
<i>Podocarpus</i> sp.	2/0.4	7/1.5		2/0.6	2/0.5	1/0.4	1/0.3	
Pinaceae gen. indet.	1/0.2	4/0.9		4/1.2	8/2.0	1/0.4		
<i>Abies</i> sp.	1/0.2	4/0.9	1/0.4	1/0.3				
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.	8/1.7	7/1.5					7/2.0	1/0.3
<i>Tsuga diversifolia</i> (Maxim.) Mast.	1/0.2	3/0.7			1/0.3			
<i>Tsuga</i> sp.	3/0.7	12/2.6			1/0.3		1/0.3	1/0.3
<i>Picea</i> sect. <i>Omorica</i>	20/4.3	45/9.8	3/1.1	3/0.9	47/11.9	7/2.9	10/2.9	4/1.0
<i>Cedrus</i> sp.	3/0.7	1/0.2			9/2.3			
<i>Larix</i> sp.	1/0.2				3/0.8			
<i>Pseudotsuga</i> sp.					1/0.3			
<i>Keteleeria</i> sp.	1/0.2	2/0.4						
<i>Pinus</i> subg. <i>Diploxylon</i>	25/5.4	15/3.3	2/0.8		34/8.6	8/3.3	13/3.8	12/3.1
<i>Pinus</i> subg. <i>Haploxylon</i>	55/12.0	75/16.4	9/3.4	1/0.3	42/10.6	18/7.4	33/9.7	35/9.0
<i>Pinus mirabilis</i> (Rudolph) Anan.	2/0.4	3/0.7			8/2.0	3/1.2	3/0.9	1/0.3
<i>Sciadopitys</i> sp.	5/1.1	2/0.4					2/0.6	2/0.5
Taxodiaceae gen. indet.	100/21.7	97/21.2	26/9.9	77/22.8	108/27.3	130/53.3	15/4.4	75/19.4
<i>Taxodium</i> sp.	10/2.2	1/0.2	1/0.4	1/0.3		8/3.3		
<i>Glyptostrobus</i> sp.	7/1.5			2/0.6			1/0.3	
<i>Sequoia</i> sp.	9/2.0	1/0.2		1/0.3	2/0.5	2/0.8	1/0.3	1/0.3
<i>Cryptomeria</i> sp.								1/0.3
Cupressaceae gen. indet.	3/0.7	1/0.2	1/0.4	6/1.8	6/1.5	2/0.8	1/0.3	3/0.8
Покрытосеменные								
<i>Salix</i> sp.	1/0.2		1/0.4	1/0.3		1/0.4		2/0.5
<i>Myrica</i> sp.	4/0.9			7/2.1			8/2.3	27/7.0
<i>Comptonia</i> sp.	3/0.7	1/0.2		10/2.9			1/0.3	4/1.0
Juglandaceae gen. indet.	1/0.2						1/0.3	
<i>Pterocarya</i> sp.				1/0.3				1/0.3
<i>Juglans</i> sp.	5/1.1	2/0.4	10/3.8	14/4.1			3/0.9	4/1.0
<i>Carya</i> sp.	14/3.0	9/2.0	13/5.0	20/5.9	6/1.5	2/0.8	2/0.6	18/4.6
<i>Carpinus</i> sp.	1/0.2	1/0.2		2/0.6			1/0.3	
<i>Corylus</i> sp.	4/0.9	6/1.3	2/0.8	17/5.0	1/0.3	3/1.2	12/3.5	10/1.9

Таблица 2 (Продолжение).

№№ проб	1С	2С	3С	1У	1Т	2Т	1К	2К
<i>Betula</i> sp.	8/1.7	21/4.6	1/0.4	42/12.4	4/1.0	3/1.2	75/22.0	70/18.1
<i>Alnus</i> sp.	20/4.3	11/2.4	96/36.6	11/3.3	1/0.3	15/6.1	41/12.1	7/1.8
<i>Quercus</i> sp.		1/0.2					1/0.3	2/0.5
<i>Quercus conferta</i> Boitz.	1/0.2			1/0.3	1/0.3	1/0.4	3/0.9	2/0.5
<i>Quercus forestdalensis</i> Trav.					1/0.3			
<i>Quercites sparsus</i> (Mart.) Samoil.				1/0.3				
<i>Fagus</i> sp.		1/0.2		1/0.3			2/0.6	
<i>Castanea</i> sp.	1/0.2	1/0.2		1/0.3	4/1.0	1/0.4		
<i>Castanopsis</i> sp.	1/0.2			1/0.3				
<i>Aesculus</i> sp.				1/0.3				2/0.5
<i>Ulmus</i> sp.	12/2.6	4/0.9	77/29.4	10/2.9	3/0.8	3/1.2	12/3.5	
<i>Ulmoideipites tricostatus</i> And.				2/0.6				
<i>Zelkova</i> sp.			3/1.1				1/0.3	
<i>Magnolia</i> sp.							1/0.3	
Hamamelidaceae gen. indet.					1/0.3			
<i>Corylopsis</i> sp.		1/0.2					1/0.3	
<i>Hamamelis</i> sp.								2/0.5
<i>Liquidambar</i> sp.	3/0.7	1/0.2				2/0.8	8/2.4	2/0.5
<i>Platanus</i> sp.			1/0.4				1/0.3	1/0.3
<i>Ilex</i> sp.	5/1.1							
Oleaceae gen. indet.					3/0.8		1/0.3	2/0.5
<i>Acer</i> sp.	1/0.2			1/0.3		1/0.4	9/2.6	1/0.3
<i>Parthenocissus</i> sp.		1/0.2		6/1.8	2/0.5			
<i>Loranthus elegans</i> I. Kulk.	1/0.2							
<i>Tilia</i> sp.					16/4.0	3/1.2		
<i>Eucommia</i> sp.	1/0.2		1/0.4				2/0.6	
Araliaceae gen. indet.	1/0.2							
<i>Diervilla</i> sp.	2/0.4	4/0.9			1/0.3			1/0.3
<i>Viburnum</i> sp.	1/0.2							
Buxaceae gen. indet.							2/0.6	
<i>Triporopollenites</i> sp.							2/0.6	
<i>Triatriopollenites plicoides</i> Zakl.				6/1.8				13/3.3
<i>Triatriopollenites confusus</i> Zakl.				2/0.6			2/0.6	1/0.3
<i>Triatriopollenites</i> sp.								2/0.5
<i>Plicatopollis</i> sp.				2/0.6				
3-х бороздная пыльца	5/1.1	1/0.2	1/0.4	7/2.1	2/0.5		11/3.2	7/1.8
3-х поровая пыльца	8/1.7	5/1.1	1/0.4	24/7.1			10/2.9	20/5.2
3-х бороздно-поровая пыльца	7/1.5	1/0.2	2/0.8	3/0.9	7/1.8	3/1.2		2/0.5
<i>Sparganium</i> sp.	1/0.2						20/5.9	
Alismataceae gen. indet.							1/0.3	2/0.5
Campanulaceae gen. indet.					1/0.3			
Cucurbitaceae gen. indet.								5/1.3
<i>Boisduvalia</i> sp.	1/0.2							
Rosaceae gen. indet.	14/3.0	8/1.7		8/2.4	11/2.8	9/3.7	3/0.9	3/0.8
Leguminosae gen. indet.	2/0.4			1/0.3	1/0.3			
Ericales fam. indet.	15/3.3	18/3.9	5/1.9	2/0.6	1/0.3		1/0.3	
Liliaceae gen. indet.	1/0.2			1/0.3				
<i>Lemna</i> sp.	1/0.2							
Isacinaeaceae gen. indet.						1/0.4		

Примечание. Цифры в ячейках: числитель дроби – кол-во учтенных микрофоссилий конкретного таксона или их группы, знаменатель – доля их (в %) от общего учтенного количества, принятого за 100%.

Таблица 3. Сокращенный таксономический список тадушинской флоры.

Название таксонов	Местонахождения растительных остатков								
	Устиновск. карьер	Угольный кюль	р. Садовая	Кюль Родионов	Сопка Угольная	Село Суворово	Курчумка- Садовая	Туянов кюль	Форт Юнион (США)
<i>Equisetum parlatorii</i> (Heer) Schimp.								+	+
<i>Lygodium tadushensis</i> Nevolina sp. nov.		+	+						
<i>Cladophlebis danicus</i> Nevolina sp. nov.		+	+						
<i>Cladophlebis</i> sp.	+		+						
<i>Sichotaealinopteris acuminata</i> Ablaev	+								
<i>Ginkgo</i> ex gr. <i>adiantoides</i> (Ung.) Heer	+	+	+		+		+		+
<i>Araucarites</i> sp.? (шишечная чешуя)	+							+	
<i>Torreya</i> sp. (?)			+						
<i>Torreyites</i> aff. <i>torrelii</i> (Dawson) Bell.			+						+
<i>Florinia marininii</i> Nevolina sp. nov.								+	
<i>Pitiospermum primoriensis</i> Nevolina sp. nov.		+	+						
<i>Pitiospermum elongata</i> Nevolina sp. nov.		+	+						
<i>Pitiospermum</i> sp.	+			+					
<i>Sciadopitys protoverticilata</i> Nevolina sp. nov.		+							
<i>Sequoia tadushensis</i> Ablaev					+				
<i>Metasequoia</i> sp. (шишки)					+	+	+		
<i>Metasequoia zerkalijensis</i> Nevolina sp. nov.		+	+	+	+				
<i>Metasequoia occidentalis</i> (Newb.) Chaney	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Taxodium olrikii</i> Heer	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Glyptostrobus</i> aff. <i>europaeus</i> (Brongn.) Heer					+				
<i>Thuja cretacea</i> (Heer) Newb.	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Laurophyllum sadovaensis</i> Nevolina sp. nov.			+						
<i>Sassafras srebrodolskajae</i> Nevolina sp. nov.			+						
<i>Cocculus</i> sp.								+	
<i>Protophyllum altaicum</i> Rom.								+	
<i>Protophyllum</i> aff. <i>semotum</i> Hicky		+	+		+				
<i>Ulmus furcinervis</i> (Bors.) Ablaev	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Zelkova furcinervis</i> Borsuk		+	+			+	+		
<i>Aryskumia arbustus</i> Nevolina sp. nov.	+	+							
<i>Celtis</i> cf. <i>newberryi</i> Knowlt. et Cockerell	+		+		+				
<i>Alnites calophylla</i> (Ablaev) Nevolina comb. nov.		+	+		+				
<i>Alnites</i> sp-1	+	+	+				+		
<i>Alnites</i> sp-2	+	+	+		+		+		
<i>Betula praeangustifolia</i> Bors.			+						
<i>Betula</i> sp.	+		+	+		+	+	+	+
<i>Corylus</i> sp.	+				+	+	+	+	+
<i>Corylus absolutus</i> Nevolina sp. nov.	+		+	+					
<i>Corylus jelisjeevii</i> Krysht.	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Dombeyopsis nebrascensis</i> (Newb.) Bell.								+	
<i>Vaccinium baikovskajae</i> Nevolina sp. nov.			+						
(?) Rosaceae sp.								+	
<i>Rutaceites</i> aff. <i>zaisanica</i> Iljinskajae								+	
<i>Rhus tichookeanica</i> Nevolina sp. nov.								+	
<i>Rhamnus</i> aff. <i>hirsuta</i> Brown								+	+
<i>Ziziphus</i> aff. <i>ovalis</i> Klimova								+	
<i>Ziziphus</i> sp.								+	
<i>Vitis</i> sp.								+	+

Примечание. Всего: 47 иллюстрированных таксонов; заливки даны для видов, использованных в корреляционных целях.

зона (*Torreyites* aff. *torrellii*, *Rutaceites* aff. *zaisanica*), либо сомнительных из-за низкой сохранности материала (*Protophyllum altaicum*, *Protophyllum semotum*, *Dombeyopsis nebrascensis*), либо, наконец, о явно ошибочно определенных (*Aryskumia arbustus*, *Celtis newberryi*, *Rhamnus* aff. *hirsuta*).

Таким образом, оснований для удреждения возраста тадушинской флоры до маастрихта–дания включительно явно недостаточно. Более вероятно, время ее существования отвечает позднему палеоцену с возможным снижением нижней границы в средний палеоцен; она несколько моложе похожей на нее тахобинской флоры, типовые местонахождения которой также приурочены к Восточному Сихотэ–Алиню (басс. р. Светловодная). На вероятную принадлежность тадушинской флоры к другому (не тахобинскому) флоростратиграфическому уровню косвенно указывает обилие в ее составе новых таксонов. Ее аналоги известны из нижней составляющей разреза вулканогенно-осадочного чехла Ванчинской впадины [21].

Геологический объем тадушинской свиты может быть принят либо в исходном варианте (подугольный горизонт), либо в расширенном – за счет угленосного горизонта. Вопрос непростой в связи с появлением в Региональной стратиграфической схеме [16] туяновской свиты, с которой связана вторая группа стратиграфических проблем.

Туяновская свита. Свита (толща, по А.П. Матюнину*) выделена в связи с находкой в 1963 году в правом борту ручья Туянов (левый приток Зеркальной, рис. 1) комплекса растений, отличающегося, согласно С.И. Невוליной, от известных на тот момент тадушинской и возновской флор, и названного ею туяновской флорой. Типовое и пока единственное местонахождение этой флоры уничтожено дорожными работами и речной эрозией. Это ставит под сомнение целесообразность выделения туяновской свиты как самостоятельного стратона.

Положение усложняется отсутствием описания свиты и соответствующей флоры в опубликованном варианте, данных о ее авторе (авторах ?) и хронологической путаницей. На авторство стратона претендует А.П. Матюнин, хотя туяновская свита фигурирует в принятой еще до этого Стратиграфической схеме [16]. Судя по литологическому типу пород, слагающих стратотип свиты (аргиллиты, углистые аргиллиты, песчаники мелко-среднезернистые, гравелиты, скв. 19, рис. 1), она отвечает верхней, надугольной

составляющей продуктивного угленосного горизонта (по Л.М. Руднянскому).

Палинологические данные (А.П. Матюнин, спорово-пыльцевые спектры из керна скважины 18, рис. 1) не совсем корректно использованы для обоснования возраста туяновской свиты, поскольку они получены не для ее типового разреза (скв. 19).

Ограниченный по объему туяновский комплекс макрофоссилий (коллекция С.И. Невוליной) при некотором его своеобразии также несущественно отличается от более полно изученной тадушинской флоры. К тому же существуют две точки зрения в оценке положения слоя с растительными остатками: в трактовке С.И. Невוליной, это – линза алевролитов среди галечников; по А.П. Матюнину, – линзы глинистых и углисто-глинистых сланцев среди слаболитифицированных песчаников с мелкой галькой. В результате их можно интерпретировать двояко: либо как верхние слои туяновской свиты, либо как нижние слои вышезалегающей галечниковой толщи.

В свете изложенного, представляется целесообразным название *туяновская свита (толща)* упразднить, что уже предлагалось ранее ([17], раздел *Особые мнения*), а соответствующие отложения (скв. 19) рассматривать в объеме тадушинской свиты в ее расширенном варианте, включающем продуктивный угленосный горизонт. Эта процедура не противоречит нормам Стратиграфического кодекса, поскольку обе свиты, тадушинская и туяновская, до сих пор остаются невалидными.

Светлинская свита. Свита выделена в восточной части Зеркальненской впадины в бассейне ручья Светлый (рис. 1) при проведении геолого-съёмочных и тематических работ, главным образом на основании оригинального комплекса ископаемых растений, изученного Р.С. Климовой. Здесь находятся ее типовые разрезы; первый из двух опубликованных [11] мы предлагаем считать лектостратотипом свиты. В ее составе преобладают опоковидные песчаники, алевролиты, углистые и «шоколадные» аргиллиты, гравелиты, конглобрекции. Мощность – до 45 м. Свита залегает с размывом на богопольских вулканитах. Возраст ее оценивается, по результатам изучения Р.С. Климовой комплекса макрофоссилий, как позднеэоцен-раннеолигоценый, что явно противоречит данным изотопного датирования. Для подстилающих свиту богопольских вулканитов, как сказано выше, нами получены даты 55.7 и 57.5 млн лет, а для перекрывающих базальтов – 45 и 45.7 млн лет (табл. 1).

К сожалению, о светлинском комплексе растений, фигурирующем в [11], можно судить только по таксономическому списку, поскольку изображения растений отсутствуют даже в соответствующем гео-

*Матюнин А.П. и др. (1986 г.). Геологическое строение и полезные ископаемые Кавалеровского рудного района.

логическом отчете. Нами найдено несколько макрофоссилий (т. 9303, рис. 1), среди которых удалось определить *Equisetum arcticum* Heeg (фрагмент корневища с клубнями), *Metasequoia occidentalis* (Newb.) Chaney, *Corylus* sp. (отпечаток листа), *Plex* sp. (отпечаток сильно деформированного листа). О возрасте этого более чем скромного комплекса из светлинской свиты в ее типовой местности можно сказать лишь, что он не моложе эоцена.

В западном секторе впадины, по данным бурения (скв. 18), к светлинской свите А.П. Матюниным отнесена толща (277 м) слабосцементированных конгломератов с редкими подчиненными прослоями песчаников, алевролитов, углистых аргиллитов. Толща подстилается преимущественно алевролитовой туяновской свитой (в трактовке А.П. Матюнина) и перекрывается молодыми плиоцен-четвертичными отложениями. Она фрагментарно вскрыта эрозией и линией горных выработок в правом борту руч. Туянов, а также в дорожных выемках на участке между пунктами бурения скважин 18 и 19 (рис. 1). Доминирующим типом слагающих ее пород являются конгломераты и конглобрекции, слабосцементированные, со средней степенью окатанности обломков, представленных почти исключительно кислыми вулканическими породами.

Нами обследованы выходы пород свиты в бортах руч. Туянов, где из прослоя углистых алевролитов (т. 9208, рис. 1) отобраны пробы для спорово-пыльцевого анализа. Судя по сравнительно бедному таксономическому списку и крайне незначительному участию буковых в составе палинокомплекса (табл. 2), возраст вмещающих отложений соответствует, более вероятно, позднему палеоцену–раннему эоцену. Этому уровню, по-видимому, отвечают галечники третьего горизонта *третичных осадочных отложений* (по Л.М. Руднянскому).

Довольно обстоятельное изучение светлинской свиты (по А.П. Матюнину) в западной части впадины со сбором растительных макрофоссилий в трех пунктах (т. 27, 28, 29, рис. 1) проведено Л.А. Баскаковой [4]. В составе изученных разрезов преобладают галечники с подчиненными прослоями алевролитов и алевропесчаников. Установлено два типа ориктоценозов, в обоих преобладают отпечатки листьев, отнесенных к видам из родов *Platanus* и *Trochodendroides*, причем в одном комплексе доминирует *Platanus*, в другом – *Trochodendroides*. Просмотр Б.И. Павлюткиным коллекций, хранящихся в фондах ФРУГ Приморгеология, подтвердил наличие указанных таксонов. Однако их разнообразие (тот и другой – по несколько видов), вероятно, преувеличено из-за сильной морфологической изменчивости листовых пластинок, характерной для представителей этих родов. Качество ископаемо-

го материала, как и фотоизображений растений, очень низкое, делающее весьма проблематичным видовые, а в ряде случаев и родовые определения. Это обуславливает принятие опубликованного материала [4] «по номиналу». Большинство видов характерно для эоценовых флор Приморья, Сахалина, меньшая часть их известна в палеоцене, в частности, в тадушинской флоре. Возраст комплекса отвечает, по нашему мнению, раннему эоцену или палеоцен-эоценовому переходному интервалу, что не расходится с ранее высказанной [4] оценкой.

Проблема заключается в том, что, светлинская свита в стратотипической местности (восточная часть впадины) по литологическому облику слагающих ее пород существенно отличается от ее предполагаемого аналога в западной части впадины. Различны и характеризующие ее флористические комплексы в этих двух секторах, а также мощности (45 и 277 м). А.П. Матюнин видит решение проблемы в усложнении строения светлинской свиты, объединяя в ее составе две толщи: нижнюю, галечниковую (на западе ареала) и верхнюю, относительно тонкообломочную, на востоке, где она соответствует стратотипу свиты. Такой вариант неприемлем прежде всего по формальным причинам [18], ибо он нарушит авторское понимание объема **валидной** (!) свиты, добавляя в нее толщу, отсутствующую в стратотипе, увеличивая тем самым вдвое (от 1 до 2) набор составляющих ее стратонов. Остается также непонятным, почему конгломератовая толща не зафиксирована на востоке впадины в стратотипической местности свиты, а тонкообломочная, напротив, – на западе ее ареала.

Нам представляется более вероятным вариант принадлежности обеих толщ (по А.П. Матюнину) к одному стратиграфическому уровню, но при их фациальном различии. Светлинская свита, судя по ее литологическому составу, представляет собой в генетическом отношении аллювий какой-то древней реки (условно – пра-Зеркальной). Логично предположить, что сток ее происходил также с запада на восток, от горной системы Сихотэ-Алиня к региональному базису эрозии. По мере выполаживания уклона древней реки характер влекомого ею обломочного материала менялся вниз по течению от галечников до гравийников, песков, алевролитов. Это можно наблюдать на примере современной Зеркальной. Менялся также и облик растительности по ее берегам, что нашло отражение в составе соответствующих захоронений растительных остатков. Среди последних преобладают (по Р.С. Климовой) папоротники, хвощи, тополя, а также однодольные (*Cyperacites*, *Phragmites*).

Таким образом, светлинская свита, более вероятно, соответствует верхней части нижней угленос-

ной толщи (по В.Д. Бизину) или третьему горизонту (по Л.М. Руднянскому). Она завершает первый этап седиментогенеза в Зеркальненской впадине, после которого произошло извержение базальтовых и андезибазальтовых лав, слагающих суворовскую свиту.

Суворовская свита. Свита выделена по предложению Е.В. Быковской на Третьем Стратиграфическом совещании [16]. Ранее входивший в нее комплекс вулканических пород (базальты, андезибазальты, туфы) рассматривался в составе возновской свиты (по Е.Ф. Маринину). Как выше сказано, суворовские базальты служат своеобразным репером, разделяющим нижнюю и верхнюю угленосные толщи Зеркальненской впадины с их различными литологическим составом и флористическими комплексами. Полученные ранее датировки для суворовских базальтов [23, 24] укладываются в интервал 45–47 млн лет, что логично вписывается в современные представления об эволюции вулканизма континентальной окраины Азии в кайнозой [9]. Полученные нами датировки 45.7 млн лет (Сопка Угольная) и 45 млн лет (руч. Светлый) (табл 1) не противоречат представлениям о возрасте как самой свиты, так и подстилающих и перекрывающих ее стратонам.

Данные А.П. Матюнина по материалам бурения (скв. 18, 19), на основании которых суворовская свита в разработанной им стратиграфической схеме помещена под туяновской свитой (=толщей), недостаточно убедительны. Экстраполяция этого частного соотношения на собственно суворовскую свиту, на наш взгляд, преждевременна; эта точка зрения требует дополнительного обоснования. Возраст базальтов, вскрытых при бурении скв. 19 под толщей пород, отнесенных А.П. Матюниным к туяновской свите, ничем не обоснован, как и самой осадочной толщи. Пока речь может идти только о наличии ограниченного по площади комплекса базальтовых лав, залегающих гипсометрически существенно ниже суворовских базальтов и относящихся к более раннему (возможно, кузнецовскому) этапу базальтового вулканизма, как это было принято ранее в [16].

Возновская свита. Свита, выделенная по предложению Е.В. Быковской [5], распространена в северо-восточном секторе впадины. Она залегает на суворовских базальтах, сильно измененных в кровле до состояния бокситоподобной коры выветривания, а за пределами их распространения – на богопольских вулканиках. В составе свиты преобладают песчаники, алевролиты, опоки, углистые аргиллиты с незначительной примесью туфогенного материала и редкими линзами риолитовых туфов. Она включает также разрабатываемый пласт угля. Общая мощность свиты – 70 м. Согласно нашим данным [13, 14], возраст свиты отвечает раннему олигоцену

(рюпель, по Международной ярусной шкале). Интересной особенностью возновской свиты является наличие в угольном пласте включений весьма редкой ископаемой смолы – голубого янтаря. Это – первая находка в Восточной Азии почти полного аналога знаменитого доминиканского голубого янтаря [22]. Кроме того, представляют интерес линзовидные прослои (5–15 см), сложенные фосфорсодержащими минералами (преимущественно фторapatитом), а также маломощные прослои туфов, обогащенных редкоземельными элементами и стронцием.

Крушевская толща. Разрез дочетвертичного кайнозоя Зеркальненской впадины завершает крушевская толща, протягивающаяся полосой вдоль ее северного борта. Толща сложена преимущественно грубообломочными галечниками, неотсортированными, с песчано-глинистым заполнением, с низкой окатанностью обломков, представленных почти исключительно кислыми вулканическими породами. В формационном отношении этот комплекс ранее отнесен к фангломератам, распространенным вблизи приразломных бортов рифтогенных впадин, в том числе в Приморье (Шмаковская, Ивановская, Ванчинская и др.). Мощность толщи – до 65 м. Возраст ее условно датируется миоценом, поскольку она залегает на олигоцен-среднемиоценовой возновской свите, согласно [11]. Оснований для такого заключения явно недостаточно, поскольку сама крушевская толща не содержит растительных остатков, а возраст возновской свиты отвечает раннему олигоцену. Возможное время формирования крушевской толщи принимается нами в более широком диапазоне, от позднего олигодена до плиодена включительно, хотя в действительности он безусловно значительно уже.

На основании полученных данных и анализа материалов предшествующих работ, нами предлагается новый вариант стратиграфической схемы палеогена–неогена Зеркальненской впадины (рис. 5).

ВЫВОДЫ

1. В разрезе, вскрытом Устиновским карьером, зафиксированы две толщи, разделенные продолжительным стратиграфическим перерывом: нижняя (вулканики) отнесена к верхнемеловой сияновской свите, верхняя (туффиты с растительными остатками) – к верхнепалеоценовой тадушинской свите. Присутствие богопольской свиты в разрезе не подтверждается.

2. Изотопные даты по богопольской свите в ее типовой местности отвечают уровню позднего палеоцена, с возможным снижением нижней границы в средний палеоцен. Ранее принятый раннепалеоценовый (до дания включительно) возраст тадушинской свиты, базирующийся на палеоботанических дан-

Общая страт. шкала				ВОСТОЧНО-СИХОТЭ-АЛИНСКАЯ СФЗ		
СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ПОДОТДЕЛ	Ольго-Тернейская подзона			
			Местные стратиграфические подразделения			
			Согласно авторам		Решения...(1994)	
НЕОГЕН	МИОЦЕН	НИЖ.-ВЕРХ.	АКВИТАН-МЕССИНИЙ	КРУШЕВСКАЯ ТОЛЩА		КРУШЕВСКАЯ ТОЛЩА
				Галечники, конглобрекции с песчано-глинистым заполнителем-цементом.		ВОЗНОВСКАЯ СВИТА
ПАЛЕОГЕН	ОЛИГОЦЕН	НИЖНИЙ	ХАТТ	ВОЗНОВСКАЯ СВИТА ? до 140 м		?
				РЮПЕЛЬ Песчаники, алевролиты опоквидные, угли, углистые алевролиты, туфы. СПК: см. [13] Флора: см.[14] <i>Ginkgo adiantoides</i> (Ung.) Heer, <i>Pseudolarix japonica</i> Tanai et Onoe, <i>Cunninghamia protokonishii</i> Tanai et Onoe, <i>Podocarpus</i> sp., <i>Tetracentron piperoides</i> (Lesq.) Wolfe, <i>Rhododendron voznovicum</i> Pavlyutkin, <i>Arbutus primorica</i> Pavlyutkin, <i>Acer lebedevii</i> Akhmet. et Schmidt. до 70 м		
	ЭОЦЕН	СРЕД. ВЕРХ.	ПРИАБОН	СВЕТЛИНСКАЯ СВИТА		СВЕТЛИНСКАЯ СВИТА
				СУВОРОВСКАЯ СВИТА Базальты, андезибазальты, туфы; в кровле – бокситоподобная кора выветривания. 45-47 млн л. 220 м		
				СВЕТЛИНСКАЯ СВИТА Песчаники, алевролиты углистые, гравийники, галечники. СПК: см. табл. 2 в данной работе; Флора: см. [11] <i>Equisetum arcticum</i> Heer, <i>Populus celastrophylla</i> (Baik.) Sych., <i>Phragmites</i> sp. 45-277 м		
	ПАЛЕОЦЕН	СРЕД. ВЕРХ.	НИЖ.	ИПР	ТАДУШИНСКАЯ СВИТА Песчаники, "шоколадные" алевролиты, гравийники, угли. СПК: см. табл. 2; флора: см. табл. 3. 110-130 м	
БОГОПОЛЬСКАЯ СВИТА Риолиты, игнимбриты, вулканические стекла, туфы. спорово-пыльцевой комплекс 55,7-57,5 млн л. 150 м					ТАДУШИНСКАЯ СВИТА	
?					БОГОПОЛЬСКАЯ СВИТА	

Рис. 5. Стратиграфическая схема палеогена-неогена Зеркальненской впадины.

ных, на наш взгляд, необоснованно удревлен. Флора тадушинской свиты соответствует терминальному палеоцену, она несколько моложе другой известной в этом районе флоры – тахобинской.

3. Туяновская свита отвечает уровню верхней составляющей тадушинской свиты; веских оснований для ее выделения в качестве самостоятельного стратона пока нет.

4. Возраст светлинской свиты, завершающей добазальтовый этап формирования чехла впадины, – ранний эоцен либо переходный интервал от палеоцена к эоцену. Возраст постбазальтовой возновской свиты – ранний олигоцен, время формирования крушевской толщи оценивается пока в широком интервале от позднего олигоцена до миоцена включительно.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Киселёву В.И. (ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток), Лебедеву В.А. (ИГЕМ РАН,

г. Москва) и Цуцуми Ю. (Национальный музей Природы и науки, г. Цукуба, Япония) за определения абсолютного возраста вулканитов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ДВО РАН (проекты 15-И-2-070 и 15-И-2-042 и ВАНТ 14-003).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблаев А.Г., Чен-Сен Ли, Васильев, И.В. Ван Ю-Фей. Палеоген Восточного Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальнаука, 2005. 94 с.
2. Аракелянц М.М., Ахметьев М.А., Филимонова Л.Г. Возраст вулканитов Южного Сихотэ-Алиня // Докл. АН СССР. 1982. Т. 262, № 4. С. 946–948.
3. Ахметьев М.А. Кайнозойские флоры Восточного Сихотэ-Алиня. М., 1988. 48 с. (препр.).
4. Баскакова Л.А., Лепехина В.Г. Новые данные по фито-стратиграфии палеогена Зеркальненской впадины // Новые данные по стратиграфии Дальнего Востока и Тихого Океана. Владивосток: ДВО РАН, 1990. С. 52–60.
5. Быковская Е.В., Подгорная Н.С. Стратиграфия и петроло-

- гия верхнемеловых и третичных вулканогенных образований Ольго-Тетюхинского района // Информ. сб. ВСЕГЕИ. 1959. № 17. С. 29–40.
6. Вовна Г.М., Киселёв В.И., Сахно В.Г., Мишкин М.А., Лениников А.М., Зарубина Н.В., Вельдмар А.А. Первые данные по локальному изотопному U-Pb датированию цирконов (метод LA-ICP-MS) гиперстеновых плагиогнейсов Джугджурского блока (Юго-Восток Алданского щита) // Докл. РАН. 2014. Т. 459, № 2. С. 189–193.
 7. Гричук В.П. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых микрофоссилий // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Вып. 141. Л.: Недра, 1966. 352 с.
 8. Красилов В.А. Смена флоры на границе мела и палеогена в Кавалеровском районе, Приморье // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 34–37.
 9. Мартынов Ю.А., Ханчук А.И. Кайнозойский вулканизм Восточного Сихотэ-Алиня: результаты и перспективы петрологических исследований // Петрология. 2013. Т.21. № 1. С. 94–108.
 10. Михайлов В.А. Магматизм вулканотектонических структур южной части Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 172 с.
 11. Михайлов В.А., Феоктистов Ю.М., Климова Р.С. Новые данные по флоростратиграфии кайнозоя восточной части Зеркальненской депрессии // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 38–49.
 12. Павлюткин Б.И., Петренко Т.И. Стратиграфия палеоген-неогеновых отложений Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 164 с.
 13. Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Петренко Т.И. Возновская свита – отражение раннеолигоценного этапа в геологической истории Восточного Сихотэ-Алиня // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30. № 1. С. 52–69.
 14. Павлюткин Б.И., Чекрыжов И.Ю., Петренко Т.И. Геология и флоры нижнего олигоцена Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 236 с.
 15. Попов В.К., Гребенников А.В. Новые данные о возрасте эффузивов богопольской свиты в Приморье // Тихоокеан. геология. 2001. Т. 20, № 3. С. 47–54.
 16. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока СССР (Владивосток, 1978 г.). Магадан: ГКП СВПО, 1982. 182 с. (препр.).
 17. Решения 4-го Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (Хабаровск, 1990 г.). Хабаровск: ХГГП, 1994. 124 с. (препр.).
 18. Стратиграфический кодекс. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
 19. Стратиграфический словарь СССР. Палеоген, Неоген, Четвертичная система. Л.: Недра, 1982. 616 с.
 20. Чекрыжов И.Ю., Попов В.К. Цеолиты Приморья: генезис и минералого-геохимическая характеристика // Успехи наук о жизни. 2009. № 1. С. 79–94.
 21. Чекрыжов И.Ю., Попов В.К., Паничев А.М., Середин В.В., Смирнова Е.В. Новые данные по стратиграфии, вулканизму и цеолитовой минерализации кайнозойской Ванчинской впадины, Приморский край // Тихоокеан. геология. 2010. Т 29, № 4. С. 45–63.
 22. Chekryzhov I. Yu., Nechaev B.P., Kononov V.V. Blue-flourescing amber from Cenozoic lignite, Eastern Sikhote-Alin, Far East Russia: Preliminary results // Inter. J. Coal Geol. 2014. V. 132. P. 6–12.
 23. Okamura S., Martynov Y.A., Furuyama K., Nagao K. K-Ar ages of the basaltic rocks from Far East Russia: Constraints on the tectono-magmatism associated with the Japan Sea opening // The Island Arc. 1998. № 7. P. 271–282.
 24. Otofujii Y., Matsuda T., Itaya T. et al. Late Cretaceous to early Paleogene paleomagnetic results from Sikhote-Alin, Far Eastern Russia: implications for deformation of East Asia // Earth Planet. Sci. Lett. 1995. V. 130. P. 95–108.
 25. Tsutsumi Y., Horie K., Sano T. et al. LA-ICP-MS and SHRIMP age of zircons in chevkinite and monazite tuffs from the Boso Peninsula, Central Japan // Bull. Natn. Mus. Tokyo, 2012. Ser. C. V. 38. P. 15–32.

Рекомендована к печати Л.И. Попеко

B.I. Pavlyutkin, I.Yu. Chekryzhov, T.I. Petrenko

Problems of Paleogene-Neogene stratigraphy of the Zerkalny basin, East Sikhote-Alin

Based on the latest isotope and paleobotanic data, changes were introduced in earlier adopted Paleogene-Neogene stratigraphic scheme for the Zerkalny river basin. A continuous stratigraphic break between the Tadushin Formation and underlying volcanites in the Ustinov open pit section has been revealed. Previously they were considered as transit Cretaceous to Paleocene strata. According to the new evidence, the age of the volcanites corresponds to Campanian, and those of the Tadushin formation are of Late Paleocene age. The Bogopolsky Formation is dated as the middle-late Paleocene in the stratotype section. The earlier adopted age of the Svetlin Formation (Late Eocene-Early Oligocene) has been assigned to the Early Eocene. A new version of the stratigraphic scheme was suggested for the Paleogene-Neogene Zerkalny basin.

Key words: stratigraphy, Paleogene, Neogene, fossil plants, spores and pollen analysis, isotope age, Sikhote-Alin.