РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.Л. КОМАРОВА РАН
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН

С.В. Щепетов, А.Б. Герман, В.Ю. Нешатаева

ФОРМИРОВАНИЕ ПАЛЕОФЛОР И МЕЛОВОЙ ВУЛКАНИЗМ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗИИ

Санкт-Петербург
«Марафон»
2019

УДК 561:551.763 + 781(571.65 + 66)

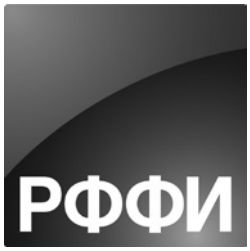
ISBN 978-5-903343-19-5

Щепетов С.В., Герман А.Б., Нешатаева В.Ю. Формирование палеофлор и меловой вулканизм на Северо-Востоке Азии. СПб.: Марафон, 2019. – 184 с., 99 ил.

Большинство ископаемых флор из меловых вулканогенных образований Северо-Востока Азии существенно отличаются по систематическому составу от одновозрастных палеофлор приморских низменностей. Для объяснения особенностей их формирования использованы данные о динамике современного растительного покрова вулканических плато Центральной Камчатки. Показано, что там, где существовали представленные в захоронениях палеофлоры Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, практически не было эрозии, зато обильно поступал вулканогенный материал, пригодный для формирования захоронений. После массовых извержений глубинные районы обширной вулканической области оказывались изолированными от источников диаспор. Растительный покров в этих районах восстанавливался в основном за счет пула местных видов, т. е. поддерживался как диаспорический субклимакс. Отсутствие конкуренции со стороны покрытосеменных способствовало длительному сохранению в составе таких палеофлор древних групп растений и появлению на их основе новых таксонов. С конца альба до начала турона обширные вулканические поля препятствовали проникновению покрытосеменных и сопутствующих им групп растений с приморских низменностей вглубь Азиатского континента. Быстрое расселение кайнофитных растительных сообществ началось лишь во второй половине турона и коньяке. В сантоне – кампане вулканизм поздней стадии развития Охотско-Чукотского пояса вновь изолировал внутриматериковые районы и развитие флоры там шло независимо от прибрежных районов.

Shczepetov S.V., Herman A.B., Neshataeva V.J. Cretaceous volcanism and the origin of palaeofloras in North-eastern Asia.. – St. Petersburg: Marafon, 2019. 184 p.

The majority of fossil floras from the Cretaceous volcanogenic formations of North-eastern Asia significantly differ taxonomically from the contemporary palaeofloras existed in the coastal lowlands. To explain the features of their forming, we use our observations on the dynamics of modern vegetational cover of volcanic plateaux in Central Kamchatka. It was shown that virtually there was no erosion in the areas where the palaeofloras of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt, represented in fossil records, existed, but the volcanic material suitable for the plant fossil burials was abundant. After massive eruptions, the inner regions of the vast volcanic areas became isolated from the sources of diasporas. Vegetation cover of these areas was mainly restored for account of the pool of local species, i.e. it was maintained as a diasporic subclimax. The lack of competition with angiosperms resulted in the long-term survival of ancient plant groups in these palaeofloras and in the origin of new taxa on their basis. From the end of the Albian to the beginning of the Turonian, the vast volcanic fields prevented the invasion of angiosperms and accompanying plant groups from the coastal lowlands into the continental interior of Asian. A rapid expansion of Cenophytic plant communities began only in the second half of the Turonian and in the Coniacian. In the Santonian–Campanian, the volcanism of the late stage of the Okhotsk- Chukotka volcanogenic belt development isolated inland areas again, and floral evolution there proceeded independently from that of the coastal areas.



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 19-15-00035, не подлежит продаже.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение **4**

Глава 1. Особенности формирования флор в области наземного вулканизма **8**
1.1. История представлений об условиях произрастания палеофлор Охотско-Чукотского вулканогенного пояса 8
1.2. Динамика растительности Камчатки под влиянием современного вулканизма (на примере Ключевской группы вулканов) 15
1.3. Сравнение условий обитания растений Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и Камчатки 23
1.4. Объяснение особенностей флорогенеза в области мелового вулканизма с применением метода актуализма 41

Глава 2. Роль вулканизма в расселении ранних покрытосеменных и сопутствующих им групп растений на Северо-Востоке Азии **50**
2.1. Конец альба – начало турона 50
2.1.1. Бассейн р. Анадырь 51
2.1.2. Восточная Чукотка 54
2.2. Турон – коньяк 66
2.2.1. Откуда шло расселение покрытосеменных и сопутствующих им групп растений 66
2.2.2. О возрастных соотношениях арманской и чинганджинской палеофлор 90
2.3. Сантон – кампан 95

Заключение **99**

Атлас растений ольской флоры из верхнего мела Северо-Востока Азии **101**

Таблицы 1–35 ..... **107**

Литература **178**

ВВЕДЕНИЕ

На Северо-Востоке России широко распространены континентальные отложения мелового возраста. Они заполняют несколько осадочных бассейнов и слагают Охотско-Чукотский вулканогенный пояс (ОЧВП) (рис. 1). На современном эрозионном срезе эта структура, протяженностью около 3200 км, представлена множеством более или менее изолированных полей вулканических пород, разделенных выходами интрузий и более древних осадочных отложений. Граница ОЧВП со стороны континента носит условный характер: вулканические поля есть и за ней, но их там значительно меньше. Планомерное изучение меловых вулканогенных образований началось в середине XX века, и сразу же встал вопрос об обосновании их возраста. Остатков морских моллюсков и фораминифер континентальные образования не содержат, споры и пыльца растений в вулканогенных толщах, как правило, не сохраняются, а изотопные методы тогда были мало пригодны для стратиграфических корреляций. Однако в терригенных отложениях и туфовых прослоях вулканогенных толщ не часто, но регулярно встречаются остатки ископаемых растений. Обычно они приурочены к отрицательным вулканоструктурам – ассоциациям вулканических пород, формирование которых сопровождалось опусканием субстрата. Местоположение трех таких структур – Пегтымельского, Ульинского прогибов и Ольской вулканоструктуры – показано на рис. 1.

На рисунке и далее в тексте использованы термины «палеофлористический комплекс» или «тафофлора» – это элементарные палеофлористические единицы, представляющие собой «совокупность ископаемых растений из одного или нескольких территориально и стратиграфически близких местонахождений...» (Герман, 2011, с. 10). Тафофлоры или палеофлористические комплексы, обладающие существенно сходными чертами, т. е. характерным сочетанием таксонов, качественным и количественным соотношением групп растений и т. д., мы рассматриваем как ископаемую флору или палеофлору, характеризующую этап развития флоры значительной территории (например, Северного Приохотья).

Помимо отмеченных, для обозначения образований ОЧВП мы используем термины «толща» с собственным названием, «свита», «серия». Их значение соответствует таковому в Стратиграфическом кодексе России (2006). Правомерность использования стратиграфических терминов для вулканогенных образований не является очевидной и требует пояснения.

Применительно к наземному вулканизму основные принципы стратиграфии, конечно, соблюдаются – более поздние потоки лав и туфовые покровы оказываются выше по разрезу, чем их предшественники. Но в случае с ОЧВП мы имеем дело не с отдельными вулканическими постройками, а с итоговой картиной: активный вулканизм продолжался здесь более 10 млн лет, а затем более 70 млн лет преобладала эрозия. В пределах уцелевших вулканических полей выделить следы вулканических построек удается редко, однако не вызывает сомнения, что сформированы такие поля не единичными вулканами, а являются продуктами их «коллективной» деятельности. Самостоятельные центры вулканических извержений могли функционировать в разное время не только в соседних полях, но и в пределах одного вулканического поля.

В пределах конкретного вулканического поля по разрезу обычно можно наблюдать одно-, двух-, реже трех- или четырехкратную смену составов вулканитов. Каждая толща прослеживается на местности и дешифрируется на аэрофотоснимках как обычное страти-

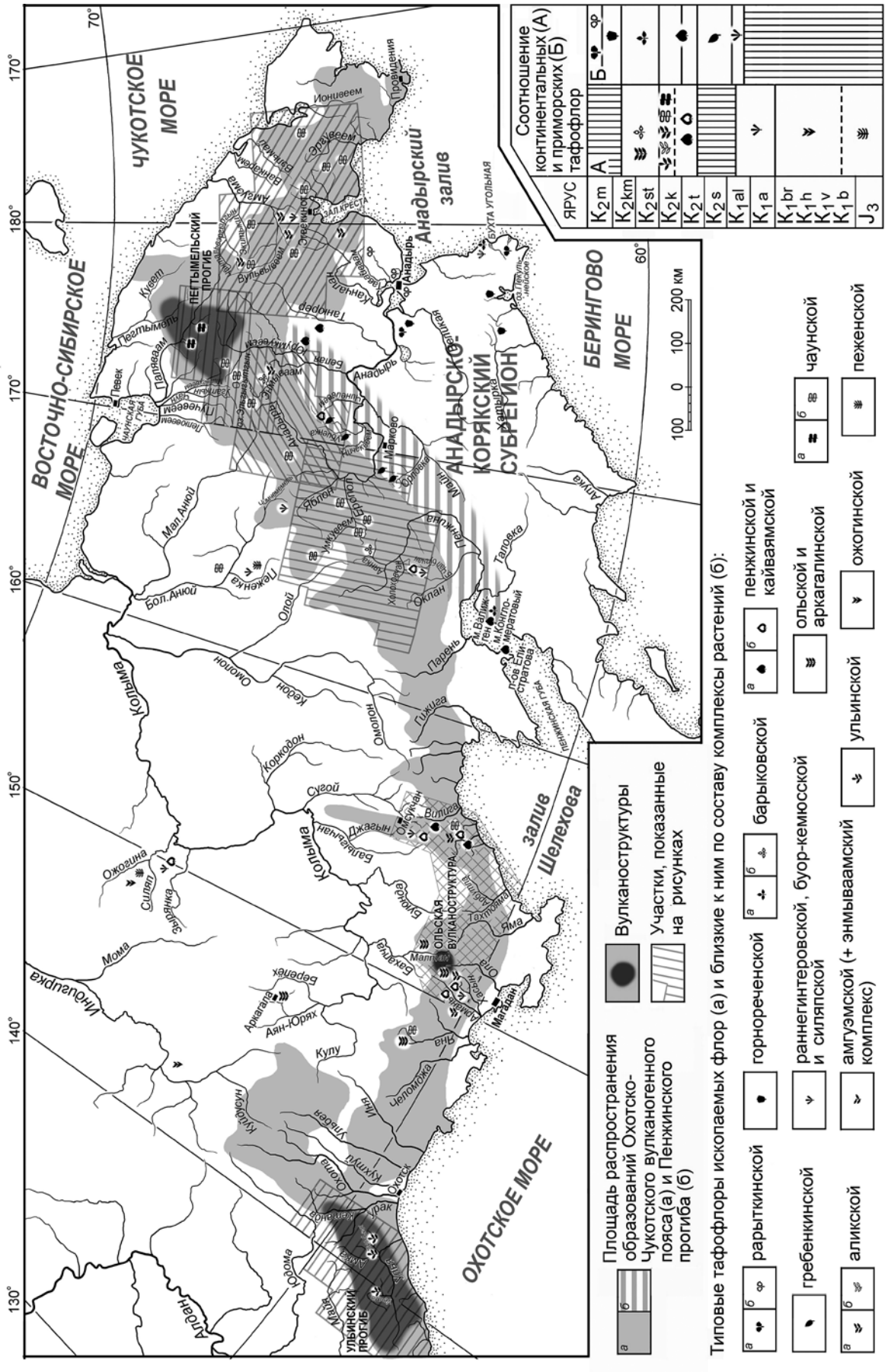


Рис. 1. Распространение образований Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, а также местоположение захоронений остатков растений и возрастные соотношения основных палеофлор (по: Щепетов, Герман, 2019)

фицированное тело. Такая же последовательность или ее часть, скорее всего, будет наблюдаться и в соседнем вулканическом поле.

На большей части территории ОЧВП в разрезах наблюдается одна и та же смена вулканогенных образований: «...извержения начинались с лав и туфов... андезитов, затем следуют кислые туфы и лавы, затем снова андезиты, игнимбриты и туфы риолитов и риодацитов. Завершают разрезы во всех сегментах и зонах субщелочные базальты и андезибазальты, формирующие локальные пологонаклонные плато...» (Акинин, Миллер, 2011, с. 5). При средне- и крупномасштабной геологической съемке продукты каждого из перечисленных этапов выделяются в качестве местных стратиграфических подразделений – свит или толщ с собственными названиями, т. е. морфологических аналогов стратонов, сложенных осадочными породами. Последние, как известно, формировались в бассейнах осадконакопления ниже или, во всяком случае, на уровне базиса эрозии. Все нормативные требования по выделению местных и региональных стратиграфических подразделений (Стратиграфический..., 2006) относятся именно к ОТЛОЖЕНИЯМ, а не к наземным вулканогенным образованиям. Тем не менее на многих десятках изданных государственных геологических карт вулканиты разделены на свиты и толщи и помещены в стратиграфические колонки.

Теперь, вероятно, уже не удастся точно установить, когда и откуда пошла традиция выделять стратифицированные геологические тела, сложенные вулканитами разного состава, как свиты или толщи по аналогии с осадочными отложениями. По одной из версий, среднемасштабное геологическое картографирование ОЧВП началось с Центральной Чукотки (рис. 1), где стратификация вулканитов прекрасно выражена и большинство «свит» можно проследить на десятки километров. На остальной территории пояса ситуация более сложная и неоднозначная, но традиция сформировалась именно на Чукотке, и требования к стратиграфическому расчленению всех остальных вулканитов приобрели инструктивный характер.

По сложившейся традиции каждая из толщ описанной гомодромной последовательности воспринимается как результат или проявление определенного этапа вулканизма. Она отличается по литолого-петрографическому составу от ниже- и вышележащих толщ и может быть отображена на карте как местное стратиграфическое подразделение в пределах определенной структурно-фациальной зоны. При этом подразумевается, что каждому этапу вулканизма соответствует определенный отрезок геологического времени, в течение которого он проявлялся на всей территории ОЧВП. Обратное палеонтологическими методами доказано никогда не было, а изотопные датировки довольно противоречивы.

К началу 70-х гг. был накоплен значительный палеофлористический материал, который обобщила В.А. Самылина (1974). Она предложила для региона в целом базовую схему развития растительного мира в меловом периоде. Это дало возможность определять возраст флороносных отложений в относительно узких пределах и коррелировать эти отложения друг с другом. Основой построений Самылиной послужило представление о том, что в середине мелового периода происходил переход от флор мезофита с доминированием папоротников и голосеменных к флорам кайнофита, в которых существенную роль стали играть покрытосеменные растения. Растительный мир быстро эволюционировал, причем изменения состава флор происходили близко-одновременно на всей территории региона. С конца юры по турон включительно Самылина (1974) выделила восемь этапов развития флоры. Совокупность растений каждого из них она назвала «стратофлорой».

Позже, однако, было установлено, что на территории Северо-Востока России меловая флора развивалась по-разному, в зависимости от палеоландшафтной обстановки (Герман, 1993; Щепетов, 1995). Если во флорах приморских равнин в середине мела действительно шло быстрое нарастание элементов кайнофита, то рядом – в области вулканизма Охотско-Чукотского пояса – количество покрытосеменных после резкого увеличения несколько

сократилось, и в некоторых палеофлорах на первый план вновь вышли древние группы растений, в которых возникло множество новых таксонов. Выделять общие для всего региона этапы развития флоры оказалось нецелесообразно, поэтому термин «стратофлора» далее мы используем лишь применительно к работам В.А. Самылиной.

В чем же причина таких различий в истории развития флор? Ответ на этот вопрос важен для правильной оценки возраста флороносных горных пород Северо-Востока Азии. Кроме того, на Северо-Востоке палеофлористические находки на удивление подробно документируют одну из крупнейших перестроек биосферы планеты. Будь материала поменьше, переход от мезофита к кайнофиту казался бы исследователям катастрофой, подобной вымиранию динозавров. Вулканическая область ОЧВП сохранила множество захоронений растительных остатков: на рисунке 1 показаны лишь наиболее изученные из них. Эта область оказалась рефугиумом для древних форм растений (Вахрамеев, 1981), в ней развитие палеофлор проходило по какому-то альтернативному пути.

В середине мелового периода покрытосеменные и сопутствующие им группы растений стали активно осваивать пространства Северо-Востока Азии, где ранее господствовали голосеменные и папоротники. На современном уровне изученности материала уже можно попытаться понять, как это происходило: молодые формы растений возникали на месте или расселялись из какого-то центра и какого именно? Если расселение носило центробежный характер, то какую роль в нем сыграл вулканизм, формировавший ландшафты на огромных пространствах региона?

В данной работе глава первая написана С.В. Щепетовым и В.Ю. Нешатаевой, глава вторая – Щепетовым и А.Б. Германом. Фотографии ландшафтов Камчатки любезно предоставил нам А.П. Кораблёв.

ГЛАВА 1.
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОР В ОБЛАСТИ НАЗЕМНОГО ВУЛКАНИЗМА

1.1. ИСТОРИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ ПАЛЕОФЛОР ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

Можно довольно точно определить момент, когда в научном обороте появилось представление об ископаемых «горных флорах». В последовательности этапов развития меловой флоры Северо-Востока России В.А. Самылина (1974) не нашла места для комплекса растений, известного из нескольких точек на севере ОЧВП. Она назвала его «комплекс Tchaunia-Kolymella» (Самылина, Филиппова, 1970; Самылина, 1974, 1988; Белый, 1977). Позже в публикациях (не вполне правомерно) в качестве синонимов стали использоваться термины «чаунский флористический комплекс» или «чаунская флора». Систематический состав этого комплекса оказался настолько своеобразным, что отнести его к какой-нибудь «стратофлоре» было невозможно. Оставалось признать, что «комплекс Tchaunia-Kolymella» существовал одновременно с какой-то из обычных палеофлор. В.А. Самылина писала: «Мне представляется вероятным, что этот комплекс является отражением горной растительности. Известные в настоящее время местонахождения... связаны с той частью вулканогенного пояса, где преобладающей формой рельефа в середине мелового периода были обширные вулканические плато...» (Самылина, 1974, с. 34).

За почти полвека, прошедших после появления классической работы В.А. Самылиной (1974), количество известных растительных остатков из отложений ОЧВП значительно увеличилось. В научной печати подробно охарактеризованы палеофлоры: арманская (Herman et al., 2016), зоринская (Щепетов, Головнёва, 2014), ульинская (Головнёва, 2013), аликская (Щепетов, Головнёва, 2010), ольская (Самылина, 1988; Герман, 2011) амгуэмская (Головнёва, Щепетов, 2015), чаунская (Щепетов, 1991), а также флористические комплексы: волчинский (Девятилова и др., 1980), геданский (Головнёва, Щепетов, 2014а), энмываамский (Головнёва, Щепетов, 2014б), карамкенский (Головнёва, Щепетов, 2011), аунейский (Головнёва, Щепетов, 2013а), олойский (Головнёва, 2015), вовеемский (Головнёва, Щепетов, 2015), холоховчанский (Щепетов, Герман, 2013), делокачанский (Герман, 2011; Лебедев, 1987), отпорнинский и янский (Головнёва, Щепетов, 2013б), аянкинский (Моисеева и др., 2014), усть-эмунэрэтский (Моисеева, Соколова, 2014). Для нескольких палеофлористических комплексов, не упомянутых здесь, опубликованы только списки предварительных определений.

Л.Б. Головнёва считает, что «эти флоры сформировались в горных условиях и по составу и развитию отличаются в значительной степени от одновозрастных флор, обитавших в равнинных условиях на приморских низменностях. Они характеризуются преобладанием папоротников и хвойных, крайне обеднённым составом цветковых и значительным количеством раннемеловых реликтов во всех группах растений...» (Головнёва, 2014, с. 70). По нашему мнению, эта характеристика в полной мере относится лишь к большинству палеофлор и флористических комплексов из собственно вулканогенных толщ. Флоры из

вулканогенно-осадочных отложений, подстилающих вулканические образования, а также ряд флористических комплексов, существовавших на завершающей стадии формирования ОЧВП, иногда содержат довольно много цветковых растений. Общим для всех флор вулканогенного пояса является отсутствие или малое количество видов, встреченных в одновозрастных флорах приморских низменностей, а также значительное количество раннемеловых реликтов. Исключение составляет только чинганджинская палеофлора ОЧВП (Головнёва и др, 2011), которая по составу мало чем отличается от пенжинской и кайваямской палеофлор приморских низменностей (Герман, 1999, 2011). Можно констатировать: представление о том, что палеофлоры ОЧВП являются горными, возникло сразу же после того, как стали очевидными их отличия от флор приморских низменностей. В частности, В.А. Вахрамеев (1989) оценивал высоту вулканов ОЧВП в 2000–3000 м; Е.Л. Лебедев (1987) объяснял возвышенным характером местообитаний почти все особенности флор ОЧВП, а Л.Б. Головнёва (2014) даже выделила особую Горную Охотско-Чукотскую провинцию в пределах азиатской части Сибирско-Канадской палеофлористической области.

Ранее С.В. Щепетов (1995), воспользовавшись советами геоморфолога Б.П. Важенина, попытался обосновать латеральную одновозрастность продуктов каждого из этапов вулканизма ОЧВП. Эффузивные породы могли образовывать стратифицированные геологические тела только в том случае, если извержения лав и тефры одного состава происходили близко-одновременно на значительных площадях. В результате изверженным материалом бронировался верхний ярус рельефа и возникали вулканические плато – устойчивые против эрозии формы рельефа. Каждая из вулканогенных толщ представляет собой такое погребенное плато, за исключением верхней в разрезе (Щепетов, 1995). На этих плато и обитали растения, сформировавшие большинство известных тафофлор вулканогенных толщ.

Представление о горном характере палеофлор ОЧВП никогда никем не оспаривалось. Если мы сложим мощности вулканогенных толщ ОЧВП в том или другом районе, то действительно получим высоту в 2–3 км и более. Однако в реальных разрезах редко присутствуют все толщи, перечисленные в сводном разрезе района, а сами мощности толщ часто оказываются завышенными. Кроме того, если продукты извержений просто надстраивали дневную поверхность, то каким образом после 70 млн лет эрозии верхние в разрезах вулканогенные толщи оказались почти на одном гипсометрическом уровне с выходами древних пород, которые подстилают вулканогенные разрезы и обрамляют вулканические поля? Можно, конечно, предположить, что вулканические постройки и нагорья постепенно просели под собственной тяжестью, но никаких геологических свидетельств этого нет.

В классической монографии В.Ф. Белого (1977) содержится множество разрезов и реконструкций структур вулканических полей ОЧВП. Самая «экзотическая» чаунская палеофлора происходит из накоплений крупной изометричной отрицательной структуры – Пегтымельского прогиба. Основные захоронения ископаемых растений сейчас расположены на высоте нескольких сотен метров над уровнем моря (рис. 2А).

По периферии Пегтымельского прогиба имеются выходы древних пород его основания, которые расположены примерно на той же высоте (рис. 3, 4). Может быть, 86–89 млн лет назад уровень моря был иным, но разница высот внутренних и периферийных частей прогиба вряд ли была больше.

Сантон-кампанская ольская флора ОЧВП одновозрастна приморской барыковской флоре, однако почти не имеет с ней общих видов. Причем в барыковской флоре доминируют покрытосеменные растения, а в ольской их очень мало, зато многочисленны реликтовые формы растений (Герман, 2011). Может быть, это связано с тем, что ольская флора существовала на завершающей стадии формирования ОЧВП и продукты вулканизма уже надстроили дневную поверхность на значительную высоту? Наиболее представительные захоронения происходят из верхней части ольской свиты в пределах Ольской вулканоструктуры оседания (Белый, 1977) (рис. 2Б).

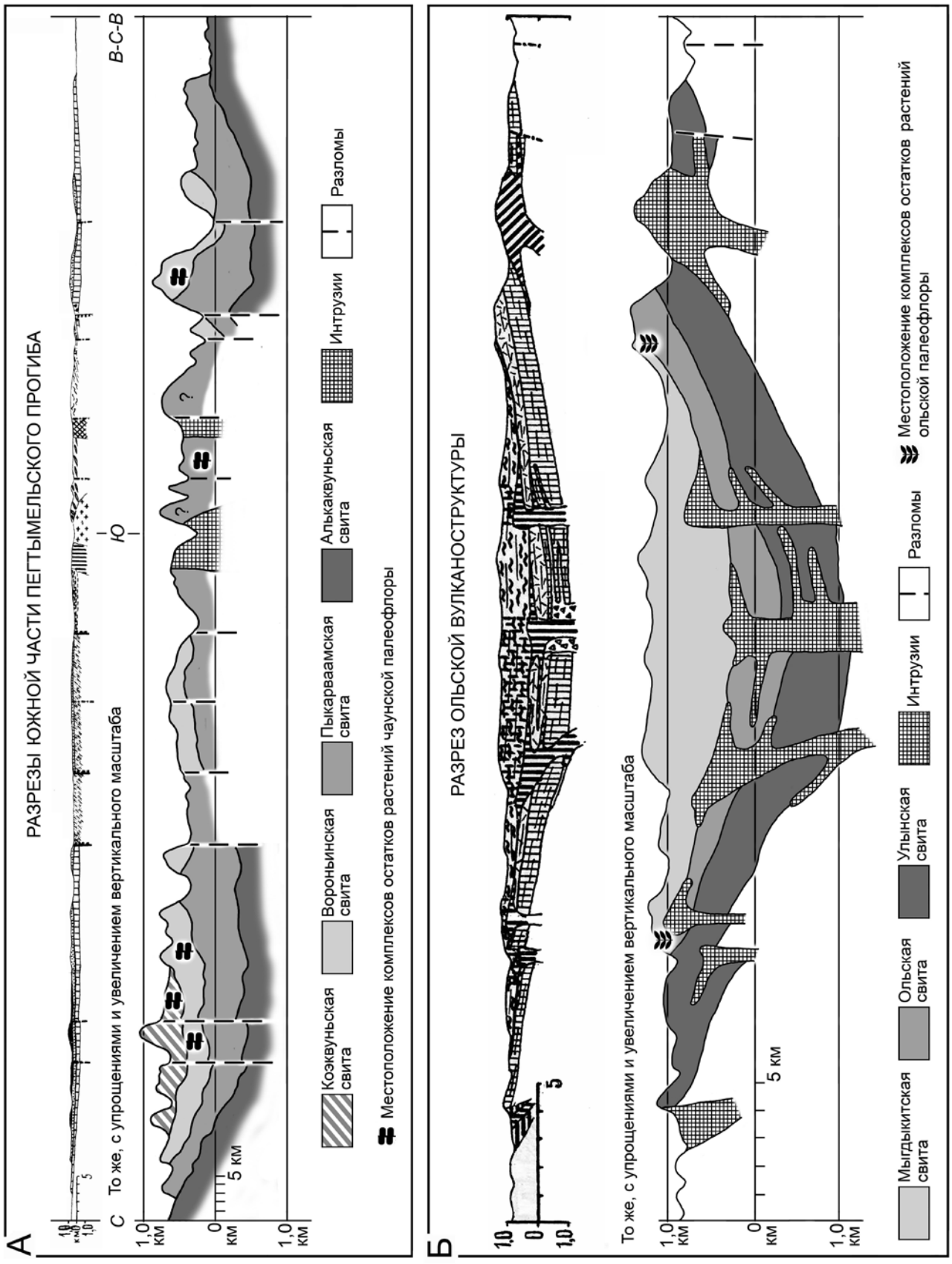


Рис. 2. Разрезы южной части Пегтымельского прогиба (А) и Ольской вулканоструктуры (Б) по материалам В.Ф. Белого (1977, рис. 15, 24)

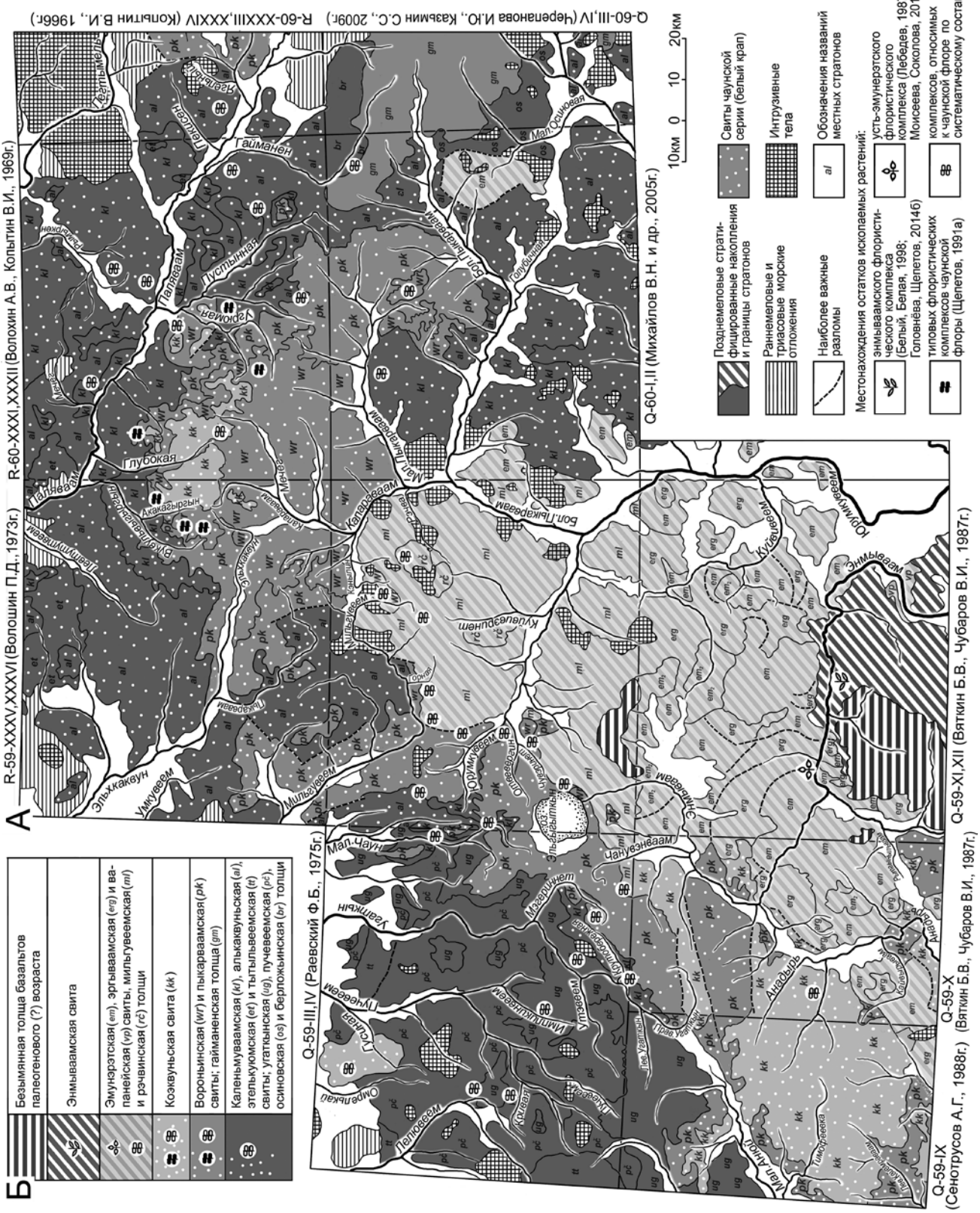


Рис. 3. Схема распространения (А) и стратиграфическая последовательность (Б) меловых вулканогенных образований в центральной и южной части Пегтымельского прогиба и прилегающей части ОЧВП по данным государственных геологических карт масштаба 1:200 000 и литературным данным (Лебедев, 1987; Щепетов, 1991а; Белый, Белая, 1998; Моисеева, Соколова, 2014; Головнёва, Щепетов, 2014б)

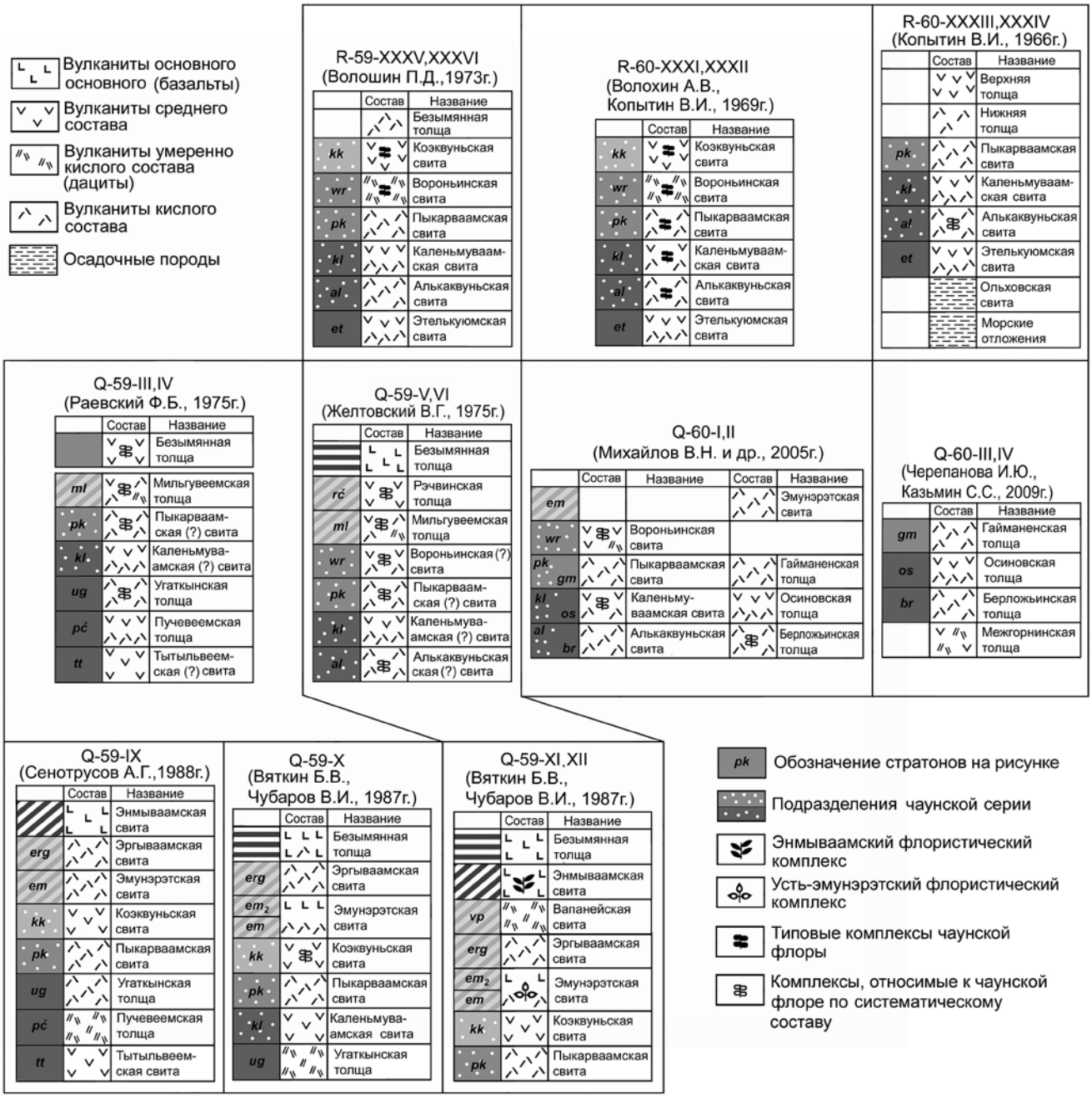


Рис. 4. Стратиграфические колонки меловых отложений центральной и южной части Пегтымельского прогиба

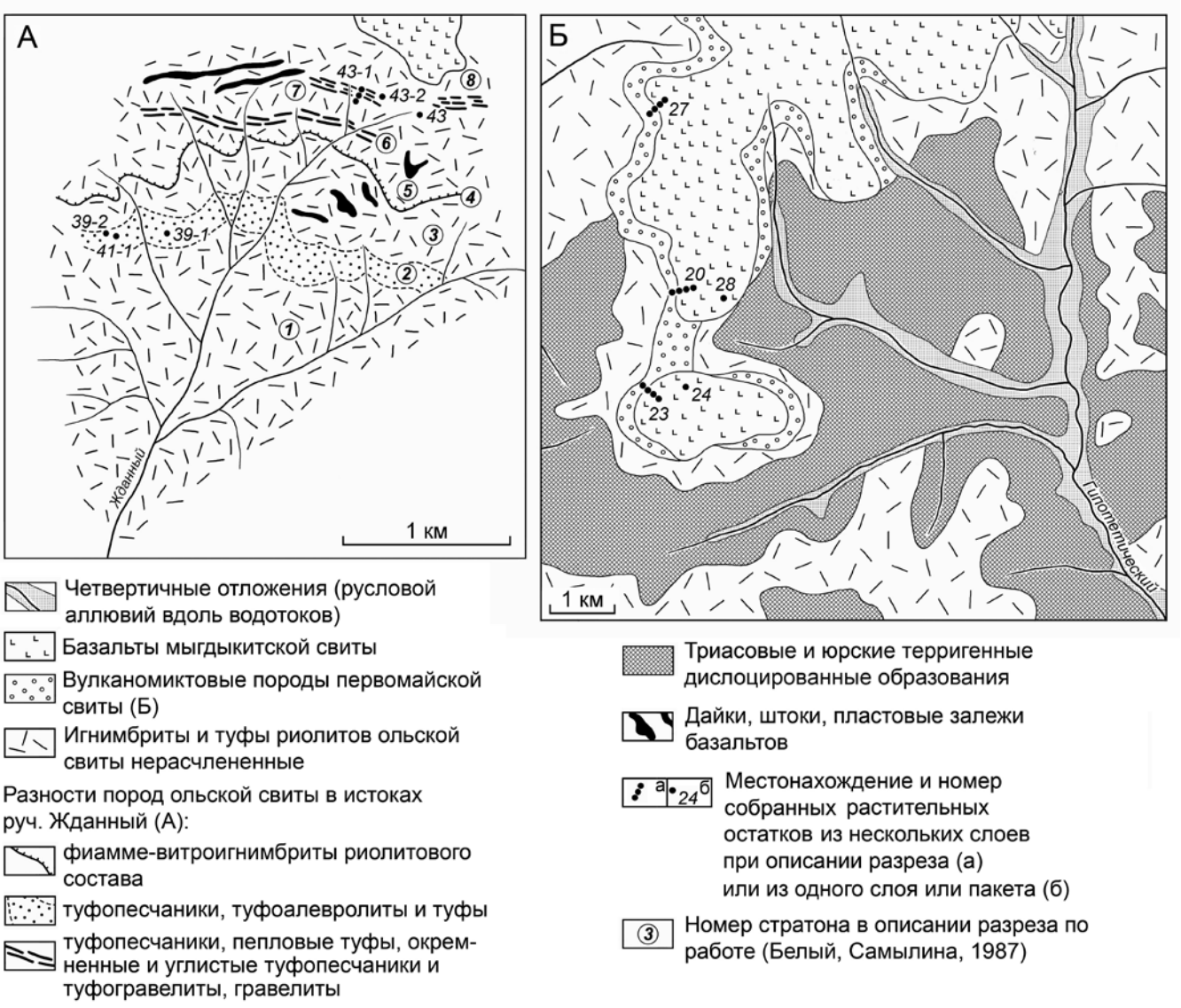


Рис. 5. Схема геологического строения истоков ручья Жданный на юго-западе Ольского вулканического поля (А) и юго-западной части Гипотетического вулканического поля (Б). Воспроизведено по рисункам В.Ф. Белого (Белый, Самылина, 1987) с небольшими изменениями

Простое суммирование мощностей вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ, залегающих стратиграфически ниже флороносных слоев, даст цифру порядка 2–3 тысяч метров. А если учесть, что местонахождения остатков растений в основном расположены близ кровли ольской свиты, то можно смело добавить еще 1000 м. Такая высота, безусловно, вполне может объяснить любые особенности систематического состава ольской флоры. На современном эрозионном срезе (рис. 2Б) основные захоронения ольской флоры располагаются на высоте около 1000 м над уровнем моря. Однако это не высота вулканического плато с флорой над окружающей местностью, поскольку данная местность сама имеет высоту почти 1000 м над уровнем моря. Основное захоронение ольской флоры на ручье Жданный сейчас возвышается менее чем на 300–500 м над ближайшими выходами древнего субстрата, а небольшое Первомайское угольное месторождение и захоронения растений в пределах Гипотетического вулканического поля возвышаются менее чем на 100–150 м (рис. 5). При этом известно, что дислоцированные осадочные породы юры и

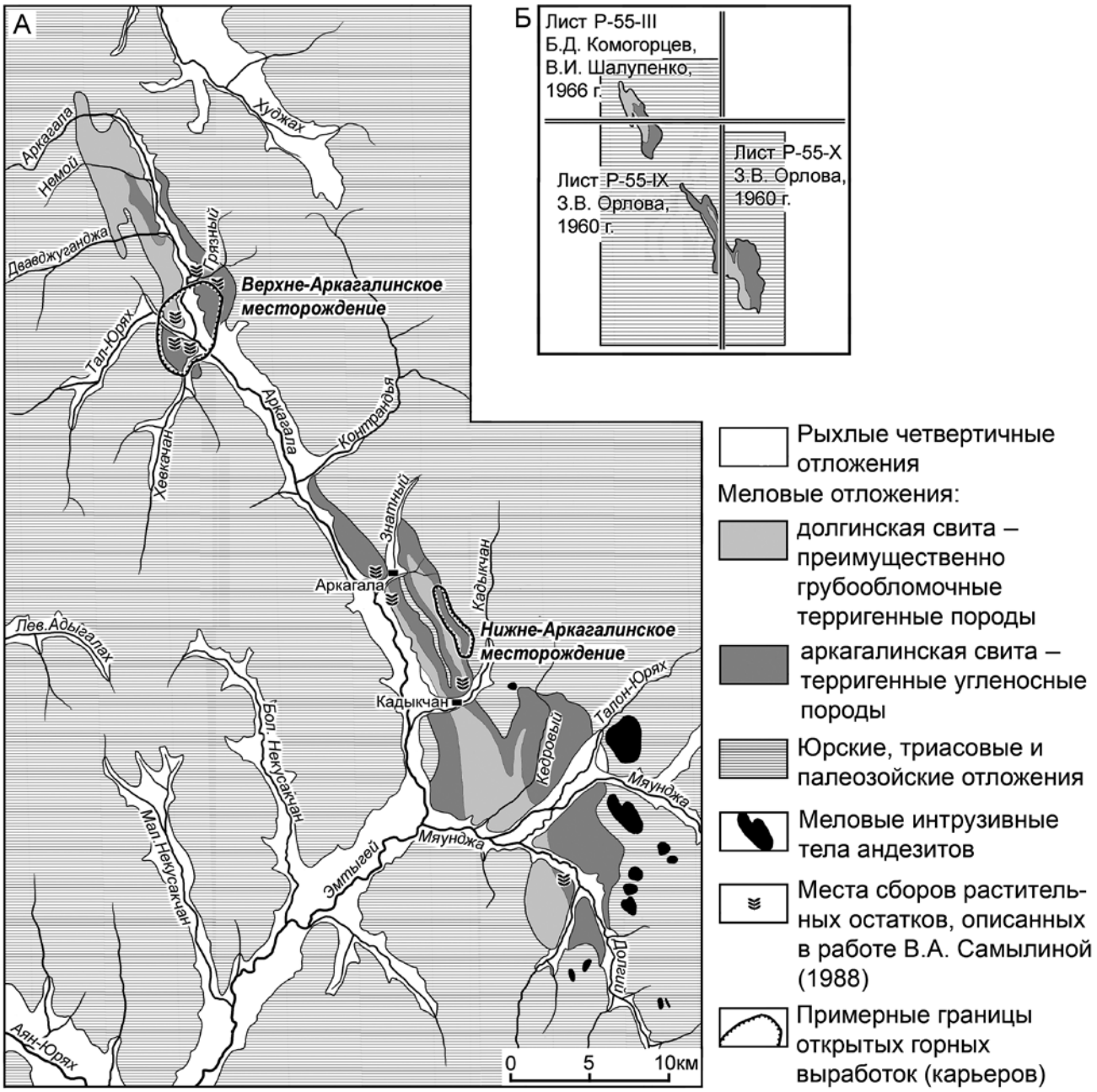


Рис. 6. Схема геологического строения бассейнов рек Аркагала и Мяунджа (Аркагалинский угленосный бассейн) с учетом материалов В.А. Самылиной (1988) (А) и разграфка изданных листов государственных геологических карт масштаба 1: 200 000 на эту территорию с указанием авторов и года составления (Б)

триаса, подстилающие и окружающие вулканические поля, размываются значительно легче, чем вулканиты. Может быть, 70 млн лет назад именно они возвышались над залитыми лавой впадинами?

К ольской флоре близка по систематическому составу палеофлора из аркагалинской свиты Аркагалинского угленосного бассейна, расположенного на левобережье р. Колыма (Самылина, 1974, 1988) (рис. 1, 6).

В этой связи В.Ф. Белый и В.А. Самылина (1987, с. 83–84) отмечают: «Сколь-нибудь надежные данные для оценки возможного среднего превышения вулканических плато над равниной Верхояно-Чукотской области отсутствуют. Однако сам по себе факт существования близких по составу флористических комплексов в угленосных отложениях аркага-

линской свиты и в вулканогенно-осадочных образованиях ольской и мыгдыкитской свит указывает на то, что перепад средних гипсометрических уровней плато ОЧВП и Верхоянно-Чукотской равнины не был очень большим...».

По мнению В.Ф. Белого, существенным отличием ОЧВП от большинства современных и четвертичных вулканических зон западной части Тихоокеанского кольца является «широкое, а во многих районах преимущественное развитие изометричных отрицательных вулканоструктур оседания...» (Белый, 1977, с. 149). Эти структуры формировались компенсационно: по мере поступления на поверхность вулканического материала происходило опускание субстрата, и, соответственно, никаких заоблачных гор при этом не возникало.

А.Д. Девятилова с соавторами сообщают, что «...в бассейнах Правой и Левой Убиенки широко развиты вулканогенные, осадочно-вулканогенные и осадочно-пирокластические образования, структурно приуроченные к юго-восточной части Охотско-Чукотского вулканогенного пояса...» (Девятилова и др., 1980, с. 66) (рис. 7, 8). Добавим, что в этом районе – на левобережье среднего течения р. Анадырь – на современном эрозионном срезе образования ОЧВП граничат с субаэральными и морскими отложениями Пенжинского прогиба. Э.Б. Невретдинов и А.Д. Девятилова описали здесь три вулканогенные толщи с собственными названиями. Нижняя из них – волчинская – разделена на три части. Нижняя часть этой первой в разрезе вулканогенной толщи сложена преимущественно туфоконгломератами, туффитами и туфами андезитов и андезидацитов; мощность ее составляет 500 м. Средняя часть сложена туфами андезитов, туффитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами; мощность ее составляет около 550 м. В этой средней части волчинской толщи содержатся остатки растений и аммонитов, которые впервые позволили уверенно определить возраст волчинской толщи как туронский (Девятилова и др., 1980).

Подводя итог сказанному, рискнем сделать предположение: представление о возвышенных местообитаниях растений, чьи остатки сохранились в захоронениях в области мелового наземного вулканизма, в значительной мере является данью традиции, ничем реально не подкреплённой. Скорее всего, ОЧВП во время своего формирования действительно был горной страной, причем значительно более обширной, чем это показывают на картах (рис. 1). Однако на современном эрозионном срезе остались лишь вулканические поля разного размера, которые изначально представляли собой низменности или межгорные впадины, – это и сохранило их от эрозии. Сейчас они несколько возвышаются в рельефе, поскольку окружающий субстрат быстрее размывался. Наверное, вулканы ОЧВП были покрыты растительностью, наверное, на них существовала и высотная поясность растительности. Однако от таких построек в геологической летописи остались лишь толщи вулканомиктовых конгломератов с редким растительным детритом в прослоях песчаника. Если сохранившиеся в захоронениях меловые флоры ОЧВП существовали близ базиса эрозии, если они не были горными, что же обусловило особенности их систематического состава? Попробуем применить метод актуализма и обратимся к опыту изучения современной растительности области активного вулканизма – Камчатского полуострова.

1.2. ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ КАМЧАТКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ВУЛКАНИЗМА (НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВСКОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ)

В настоящее время на Камчатке насчитывается 30 действующих вулканов. Имеется также несколько десятков вулканов, в историческое время не извергавшихся, но в прошлом подверженных катастрофическим извержениям (Новейший..., 2005).

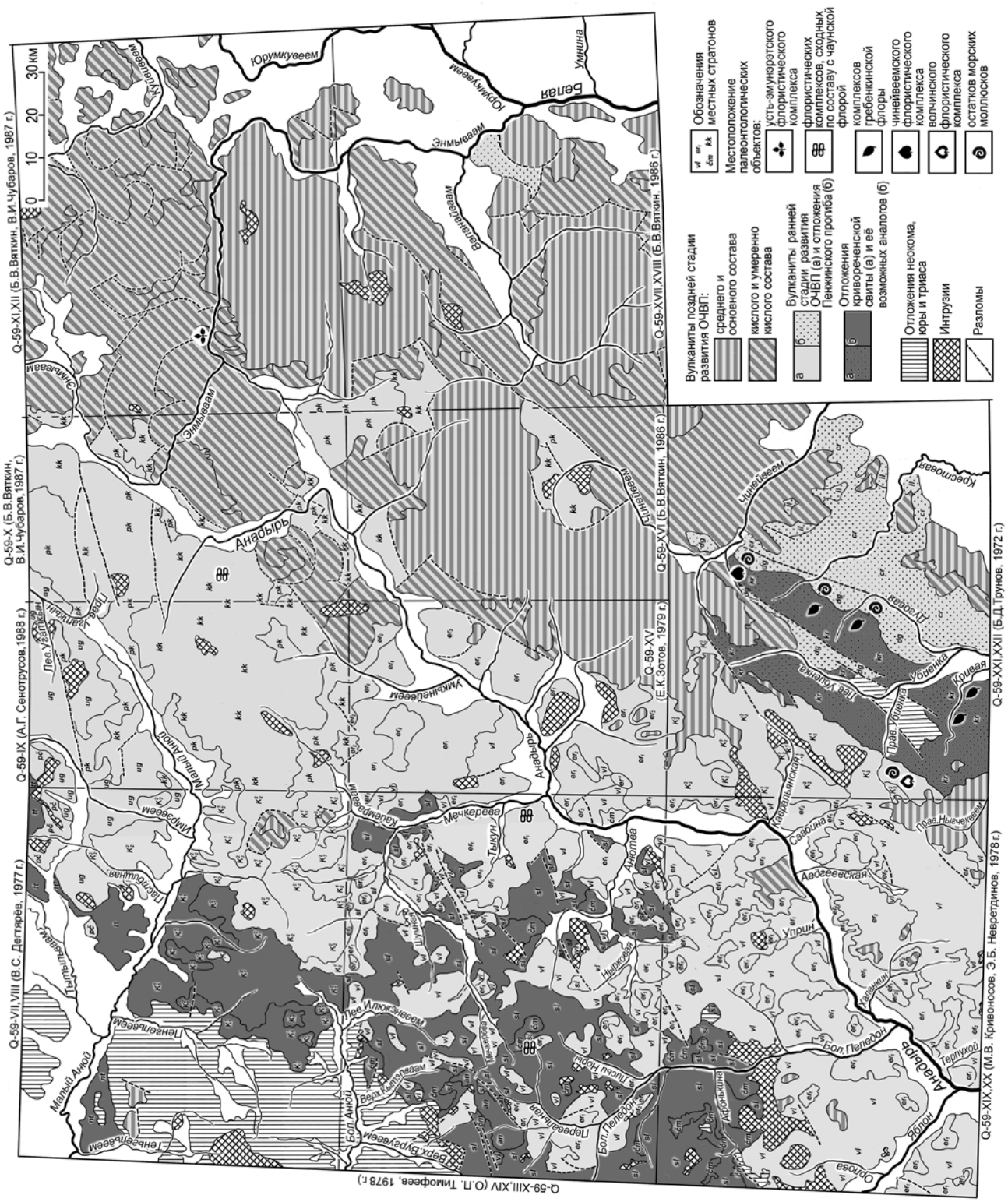


Рис. 7. Схема распространения альбских – позднемеловых накоплений в бассейне среднего течения р. Анадырь и верховьев р. Малый Анюй (по материалам государственных геологических карт масштаба 1:200 000).

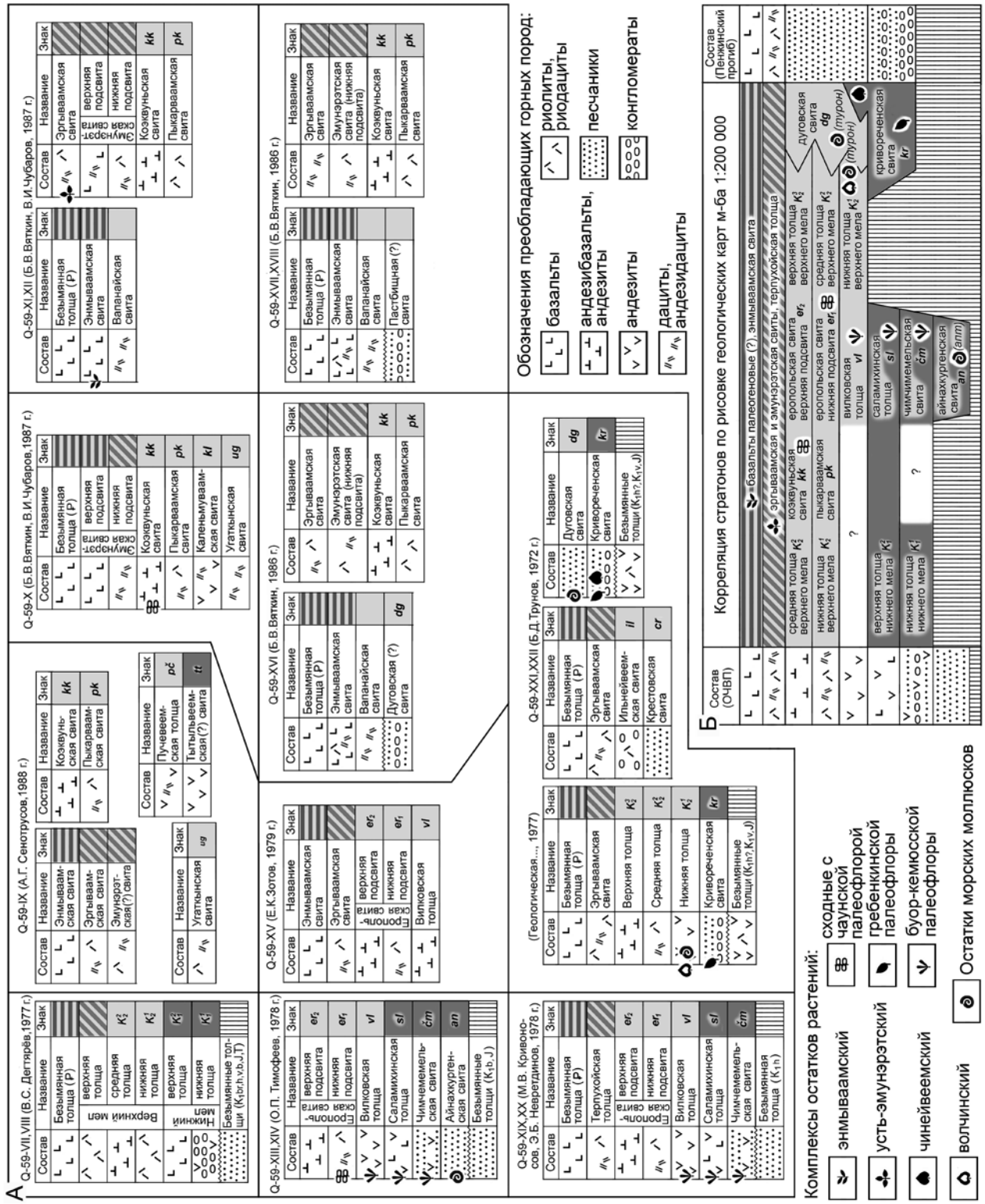


Рис. 8. Стратиграфические колонки к Государственным геологическим картам масштаба 1:200 000 на территорию бассейнов среднего и верхнего течения р. Анадырь, а также верховьев р. Малый Анюй (А) и картографическая корреляция местных стратонов (Б)

Мощность вулканических извержений определяется по объему изверженных пород (вулканитов). Небольшие по мощности извержения (с объемом от 1 до 10 млн м^3 изверженных пород) отмечаются почти ежегодно. Крупные извержения случаются реже. Вулканические катастрофы с объемом изверженных пород свыше 1 км^3 происходят на Камчатке в среднем каждые 400 лет. В голоцене на Камчатке было отмечено 23 катастрофических извержения (Брайцева и др., 1997). В течение XX века крупнейшие извержения на Камчатке уничтожили растительный покров на площади около 0,2 млн га и существенно его нарушили на значительно большей территории (Гришин, 2003).

Крупные вулканические извержения (с выбросом свыше 1 км^3 вулканитов) способны полностью уничтожить растительный покров на площади в несколько сотен квадратных километров и вызвать повреждение растительности на территории до нескольких тысяч квадратных километров. Крупные извержения являются локальными катастрофами для растительности. Гигантские извержения с объемом выбросов от 10 до 100 км^3 – региональными катастрофами. Площадь поражения растительности может составлять от нескольких сотен до десятков тысяч квадратных километров. Сильная ударная волна уничтожает древесную и кустарниковую растительность в зоне извержения. Лавовые потоки и мощные шлаково-пепловые отложения захватывают обширные площади, полностью уничтожая растительный покров.

В районах действующих вулканов широко распространены свежие и остывшие пирокластические и лавовые потоки, отложения лахаров и шлаковые поля. Действующие в вулканических районах «сухие речки» и лахары выносят к подножиям вулканов огромные массы рыхлого вулканического материала, которые откладываются в конусах выноса «сухих речек» и полностью погребают растительность (Нешатаева, 1987). В южных, восточных и центральных районах п-ова Камчатка часто встречаются термальные источники, также оказывающие существенное влияние на растительный покров (Нешатаева и др., 1997, 2005).

Первые сведения об особенностях восстановления растительного покрова Южной Камчатки после извержения вулкана Ксудач в марте 1907 г. приведены в работах Эрика Хультена (Hultén, 1927, 1972). На пеплово-шлаковых отложениях в окрестностях вулкана в 1922 г. (через 15 лет после катастрофического извержения 1907 г.) в горно-тундровом поясе господствовала вулканическая пустыня. В поясе стлаников были отмечены лишь единичные экземпляры и разреженные открытые группировки сосудистых растений, всего было обнаружено 18 видов. Из них наиболее часто встречались Chamerion angustifolium, Calamagrostis langsorffii и Sanquisorba tenuifolia. Отмечено полное отсутствие мхов. В лесном поясе на высотах до 380 м над уровнем моря преобладали сухостой и валеж каменной березы (Betula ermanii Cham.), среди которых встречались группировки с преобладанием иван-чая и единичным участием Senecio cannabifolius, Sorbus sambucifolia, Artemisia opulenta и многочисленного семенного возобновления березы 3–5-летнего возраста на вулканическом песке.

Последующими исследователями (Манько, 1974, 1980; Манько, Сидельников, 1989; Гришин, 1992, 2003; Растительность..., 1994; Гришин и др., 2000; и др.) установлено, что при мощности пирокластических отложений 30 см и более усыхают лиственничные и каменноберезовые леса, гибнут кедровые и ольховые стланики. При мощности отложений свыше 100 см образуется вулканическая пустыня. Участки, перекрытые свежими отложениями пирокластических потоков, нередко на протяжении 30–40 лет не заселяются растениями, что связано с сохраняющейся в течение ряда лет высокой температурой этих отложений, а также с водной и ветровой эрозией рыхлого пирокластического чехла. Лишь через 40–50 лет после извержения поверхность пирокластических потоков бывает заселена единичными травянистыми растениями и карликовыми шпалерными кустарничками рода Salix. Отмечены существенные различия в зарастании отложений вулканиче-

ских построек и отложений пирокластических потоков. По данным С.Ю. Гришина (1992), продолжительность восстановительных сукцессий на шлаковых полях составляет не менее 150–200 лет, а на лавовых полях – свыше 1500 лет.

Характерны следующие динамические процессы, идущие в окрестностях действующих вулканов: формирование комплекса серийных сообществ и группировок вулканогенных сукцессий, идущих на обширных шлаковых полях вулканических плато; восстановительные сукцессии зарастания лавовых полей, отложений пирокластических потоков и лахаров, отличающиеся крайне медленным протеканием. Так, на северо-восточном склоне вулкана Камбальный (Южная Камчатка) углеродный возраст зарастания лахаров определяется в 5000 лет (Зарецкая, 2001). На вулканическом плато Толбачинский Дол скорость зарастания лавовых потоков оценивается в 1500 лет и более (Гришин, 1992).

Влияние вулканизма прослеживается на всей территории полуострова Камчатка: даже в районах, удаленных от действующих вулканов, встречаются пепловые прослойки в почвенном профиле. Характерной особенностью строения торфяной залежи камчатских верховых и переходных осоково-сфагновых болот является наличие многочисленных пепловых и пемзовых прослоек в торфяной залежи. Установлено, что под воздействием вулканических пеплопадов происходит «омолаживание» растительного покрова болот по сравнению с подстилающей торфяной залежью (Зарецкая, 2001; Zaretskaia, Uspenskaia, 2001; Нешатаева, 2002, 2009).

В 2004–2010 и 2016–2018 гг. нами были проведены геоботанические и флористические исследования растительных сообществ на вулканогенных субстратах в окрестностях действующих вулканов Ушковский, Ключевской и Плоский Толбачик (Ключевская группа вулканов). В ходе полевых исследований выполнено 385 геоботанических описаний. Пробные площади размерами 20 × 20 м в лесах и редколесьях и 10 × 10 м в сообществах других типов растительности закладывались вдоль высотного градиента в горно-тундровом, стланиковом и лесном высотных поясах. На пробных площадях проводился детальный учет флористического состава высших сосудистых растений, а также мхов, печеночников и лишайников. Для лесных и стланиковых сообществ мы осуществляли инструментальную таксацию древостоя и определение возрастной структуры древесного и кустарникового ярусов. Возраст вулканогенных субстратов устанавливался на основе изучения почвенно-пирокластического чехла путем выявления прослоев маркирующих пеплов, датированных с помощью тефрохронологического и радиоуглеродного методов (Брайцева и др., 1978, 1981).

На основе полученных данных были изучены восстановительные смены растительности на лавовых потоках и шлаковых полях различного возраста в тундровом, стланиковом и лесном высотных поясах. Всего нами установлено 6 возрастных стадий восстановительных сукцессий – от 35 лет до 7500 лет. В результате были выявлены высотно-поясные закономерности растительного покрова модельной территории, описано фитоценотическое разнообразие динамических стадий растительности, получена подробная характеристика серийных и длительнопроизводных растительных сообществ и группировок и степени их вулканогенной трансформации (Растительный покров..., 2014).

С использованием материалов наземных исследований растительного покрова плато Толбачинский Дол, с точными привязками пробных площадей к географической координатной сети (с помощью GPS-навигатора) было проведено полуавтоматическое компьютерное дешифрирование аэрофотоснимков разных лет, выполненных до и после Большого трещинного Толбачинского извержения 1975–1976 г. На основе анализа геоботанических описаний пробных площадей, привязанных к топографической основе, нами составлены крупномасштабные геоботанические карты актуальной и восстановленной растительности и разработана легенда к ним. Методами картографического анализа была показана

значительная вулканогенная трансформация растительного покрова на большей части модельной территории. Отмечены участки с полностью уничтоженной древесной и стланиковой растительностью, участки сильных вулканогенных нарушений и территории с перманентной пионерной растительностью, существование которых обусловлено ветровой и водной эрозией рыхлых пеплово-шлаковых отложений (Растительный покров..., 2014).

Было изучено зарастание следующих разновозрастных лавовых потоков, датированных по данным вулканологических исследований (Брайцева и др., 1997): «Южный прорыв» (возраст 30 лет), «Водопадный» (возраст 65 лет) и «Клешня» (1000 лет), а также шлаковых полей: поле у горы Высокая (возраст 30 лет), поле «Веснушки» (возраст 45–65 лет). Выявлен видовой состав сосудистых растений, мохообразных и лишайников, изучены особенности формирования растительных сообществ и группировок.

На лавовом потоке «Южный прорыв» (высота 400 м над уровнем моря) образовавшемся в 1976 г., отмечены единичные виды растений, приуроченные к трещинам и расселинам с мелкоземом: Trisetum spicatum, Festuca altaica, Chamerion angustifolium, Dryopteris fragrans, Saxifraga sherlerioides, Poa malacantha, Calamagrostis purpurea. Отмечены единичные всходы и молодой подрост древесных пород высотой 25–60 см: Populus suaveolens, P. tremula. Salix bebbiana, S. udensis, Betula ermanii и всходы кустарников Spiraea media, Salix pulchra subsp. parallelinervis. Все отмеченные виды встречаются крайне разреженно, единичными экземплярами, и суммарного проективного покрытия не образуют. Общее проективное покрытие мохообразных и лишайников не превышает 1–3 %; из мхов преобладают Ceratodon purpureus, Racomitrium lanuginosum, Niphotrichum canescens, Pohlia nutans, Polytrichum piliferum, Leptobryum pyriforme, Bryum sp. Из лишайников преобладают Stereocaulon vesuvianum, Pseudephebe pubescens. Таким образом, за 30 лет, прошедших после извержения, заселение лавового потока начинается с поселения тундровых и скальных видов сосудистых растений, пионерных видов мхов, эпилитных лишайников, всходов деревьев и кустарников.

На лавовом потоке «Водопадный» (высота 1170 м над ур. моря), образовавшемся в результате извержения вулкана Плоский Толбачик в 1941 г., общее покрытие эпилитных лишайников составляет около 70 %. Господствуют Stereocaulon vesuvianum, Pseudephebe pubescens; отмечены виды родов Umbilicaria, Rhizocarpon, Parmelia. Покрытие мохообразных на лавовых глыбах составляет 5–10 %, преобладают Racomitrium lanuginosum, Pogonatum urnigerum, Andraea rupestris, Arctoa fulvella, Grimmia sp. Мохообразные образуют пятна и синузии; в расщелинах камней и у основания лавовых глыб отмечены Ceratodon pmpureus, Sanionia uncinata, Polytrichum piliferum, Pogonatum urnigerum. Сосудистые растения встречаются рассеянно, общее проективное покрытие – менее 1 %: Poa malacantha var. vivipara, Leymus interior, Chamerion angustifolium, Campanula lasiocarpa, Saxifraga nelsoniana, Gymnocarpium dryopteris. Ива клинолистная (Salix sphenophylla) образует пятна размерами до 50 × 50 см. Отмечены единичные всходы ивы удской (Salix udensis).

На лавовом потоке «Клешня» (высота 1050 м над уровнем моря, возраст 1000 лет, перекрыт тефрой извержения 1975–1976 гг.) общее покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 10 %. На лаве преобладает ива чукчей (Salix tschuktschorum), образующая латки размерами от 40 × 40 до 100 × 120 см; обильны камнеломки (Saxifraga funstonii, S. cherlerioides). На тефре между лавовыми глыбами встречаются длиннокорневищные злаки: колосняк материковый (Leymus interior), кострец Пампэлла (Bromopsis pumpelliana), подушковидные и розеточные травы: мак мелкоплодный (Papaver microcarpum), гвоздика ползучая (Dianthus repens), эрмания парриевидная (Ermania parryoides), минуарция крупноплодная (Minuartia macrocarpa), колокольчик волосистоплодный (Campanula lasiocarpa) и др. Из мхов обычны Racomitrium lanuginosum, Niphotrichum canescens. Pogonatum urnigerum. Polytrichum juniperinum, Pohlia nutans. Ceratodon purpureus; на ла-

вовых субстратах – Andraea rupestris, Arctoa fulvella, Amphidium lapponicum, Distichium capillaceum, Grimmia sp. и др. Общее проективное покрытие мохообразных: на почве – 1 %, на камнях – 1 %. На старых лавовых субстратах (возраста свыше 5000 лет) формируются горно-тундровые сообщества с проективным покрытием мохообразных до 50 % и преобладанием в напочвенном покрове тундровых видов мхов (Rhytidium rugosum, Aulacomnium turgidum, Abietinella abietina и др.). Таким образом, на лавовых потоках восстановление сомкнутой горно-тундровой и стланиковой растительности происходит чрезвычайно медленно; возраст сингенетических сукцессий превышает 1000 лет, что объясняется, по-видимому, периодическим «омоложением» субстрата благодаря привнесению свежего пирокластического материала.

Нами впервые детально охарактеризованы такие специфические серийные вулканогенные сообщества, как тополевые редколесья из тополя душистого (Populus suaveolens Fisch.), расположенные на верхней границе леса. До недавнего времени в геоботанической литературе имелись лишь отдельные упоминания о наличии единичных тополей на верхней границе леса на вулканических плато. Тополевые леса и редколесья широко распространены на Камчатке в поймах крупных рек. Тополь душистый встречается в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке от Прибайкалья до Анадыря. Эта холодостойкая быстрорастущая пионерная древесная порода обычно поселяется на молодых песчано-галечных аллювиях и образует кратковременные серийные сообщества формации Populeta suaveolentis, длительность существования которых, как правило, ограничена возрастом одного поколения лесообразующей породы. В пойменных лесах Камчатки максимальный возраст тополя обычно не превышает 120–140 лет (Нешатаева и др., 2005).

В Ключевской группе вулканов тополевые редколесья встречаются на молодых вулканогенных субстратах и на конусах выноса сухих речек. На плато Толбачинский Дол в лесном поясе и на верхней границе леса тополь образует пионерные сообщества на месте уничтоженных извержениями каменноберезняков, лиственничников и лиственничных редколесий. Изученные сообщества, учитывая особенности их структуры (малая сомкнутость древесного яруса, разреженность и мозаичность напочвенного покрова), мы относим к тополевым редколесьям и рединам, которые выделяем в особую формацию Subpopuleta suaveolentis.

Максимальный возраст тополя на пробных площадях достигает 90 и более лет. Средний возраст на разных участках составляет от 25 до 40 лет. Кроме тополя, в древесном ярусе встречаются ива Бебба (Salix bebbiana), каменная береза (Betula ermanii) возраста 25–30 лет, осина (Populus tremula), рябина сибирская (Sorbus sibirica), лиственница Каяндера (Larix cajanderi). Часто встречаются сухостой, пни и валеж лиственниц, погибших при извержении 1975–1976 гг. В подлеске сомкнутостью 0,1–0,2 обычно присутствует кедровый стланик (Pinus pumila), встречаются ольховник (Alnus friticosa), спирея Бовера (Spiraea beauverdiana), жимолость сизая (Lonicera caerulea), шиповник тупоушковый (Rosa amblyotis), смородина печальная (Ribes triste). Травяно-кустарничковый покров крайне разрежен, его общее покрытие обычно не превышает 1 %. На пробной площади насчитывается в среднем 5–6 видов сосудистых растений. Из них наиболее часто встречаются иван-чай (Chamerion angustifolium) и длиннокорневищные злаки: мятлик мягкоцветковый (Poa malacantha var. vivipara), колосняк материковый (Leymus interior), вейник пурпурный (Calamagrostis purpurea subsp. langsdorffii); на лавовых останцах характерны камнеломка шерлериевидная (Saxifraga scherlerioides) и щитовник душистый (Dryopteris fragrans). Всего в тополевых редколесьях отмечено 77 видов сосудистых растений.

Мохово-лишайниковый ярус также разрежен (покрытие до 5–10 %). На почве обычно встречаются пионерные виды мхов: Raicomitrium lanuginosum, Niphotrichum canescens, Ceratodon purpureus, Polytrichum piliferum, P. juniperinum, Pogonatum urnigerum, Pohlia nutans, Sanionia uncinata, Bryum sp. На выходах вулканических лав характерны мхи-эпи-

литы: Arctoa fulvella, Andraea rupestris, Grimmia sp. Видовое разнообразие мохообразных невелико: в сообществах тополевых редколесий отмечено всего 29 видов мхов. На пробных площадях отмечено около 130 видов лишайников, которые встречаются на коре деревьев и кустарников, валеже, почве, лавовых обнажениях. Наиболее разнообразна лихенофлора на тефре и примитивной почве (60 видов), большинство из лишайников – пионерные виды родов Cladonia, Peltigera, Stereocaulon. На обнажениях лавы отмечено около 40 видов. Эпифитных лишайников отмечено около 40 видов, из них 20 видов обитает на коре тополя душистого (Lecanora symmicta, виды родов Melanelia, Parmelia и др.), на коре ольхового стланика – около 30 видов. Значительные отличия в распределении лишайников в тополевых редколесьях и реданах Толбачинского Дола определяются не только сложившимся набором субстратов, но и высотой над уровнем моря, подвижностью тефры и снеговым режимом. Бедность состава эпифитов на коре тополя определяется высокой освещенностью и низкой влажностью в разреженных тополевых сообществах.

Современная вулканическая деятельность оказывает большое влияние на формирование и динамику растительного покрова Камчатки. Вулканизм существенно нарушает закономерности высотной поясности растительности, обусловливает формирование своеобразных растительных группировок в специфических условиях, влияет на возрастную и восстановительную динамику фитоценозов. Под влиянием вулканизма формируется комплекс восстановительных вулканогенных сукцессий, идущих с различной скоростью на разных субстратах и ведущих к формированию различных серийных, длительнопроизводных и условно-коренных сообществ, соответствующих их широтному и высотно-поясному положению, особенностям мезо- и микрорельефа, химического и гранулометрического состава субстрата и условий увлажнения.

В результате постоянной вулканической деятельности структура высотной поясности растительности горных систем вулканических районов Камчатки нередко оказывается нарушенной. Так, на восточном склоне Ключевского вулкана горно-тундровая растительность отсутствует, здесь преобладают вулканические пустыни. На месте горно-таежного пояса елово-лиственничных лесов на восточном склоне Ключевской группы вулканов в настоящее время выражена полоса белоберезняков из березы плосколистной (Betula platyphylla).

Дифференциация растительного покрова Камчатки в целом подчинена зональным и высотно-поясным закономерностям, на которые накладывается постоянное воздействие современного вулканизма, проявляющееся в периодическом локальном уничтожении растительности на обширных территориях. Это вызывает изменение структуры растительного покрова, нарушение закономерностей высотной поясности растительности (снижение границ высотных поясов, выпадение высотных поясов), поддержание существования длительнопроизводных субклимаксовых сообществ (белоберезняков из Betula platyphylla, лиственничников из Larix cajanderi), серийных сообществ и пионерных группировок на зарастающих лавовых и пирокластических потоках, шлаковых полях и отложениях «сухих речек», формирование специфичных группировок и фитоценозов в окрестностях гидротермальных проявлений. Необходимо отметить существование на Камчатке условно-коренных еловых (из Picea ajanensis) и каменноберезовых (из Betula ermani) лесов, периодически испытывающих прямое и косвенное влияние вулканизма, однако сохраняющих нормальный тип ценопопуляции основного лесообразователя и циклическую смену поколений в процессе возрастной динамики.

Таким образом, масштабы поражения растительного покрова при вулканических извержениях и темпы его последующего восстановления зависят не только от объема изверженных пород, мощности и типа извержения, химического и гранулометрического состава продуктов извержения, размещения отложенного и переотложенного вулканического материала, но также и от состава преобладающей растительности в зоне извержения, ее

зонального и высотно-поясного положения. По нашим данным и по материалам предыдущих исследователей, восстановление естественной растительности горно-тундрового пояса в ходе первичных сукцессий на лавовых потоках занимает от 2 до 5 тыс. лет. Поэтому современная структура растительного покрова Камчатки несет следы не только извержений вулканов, произошедших в историческое время, но и голоценовых вулканических катастроф.

1.3. СРАВНЕНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА И КАМЧАТКИ

Палеоландшафт ОЧВП, конечно, существенно отличался от ландшафта современной Камчатки (рис. 9, 10).

Вероятно, образования, подобные современной Ключевской группе вулканов, целиком заполняли огромные пространства поверхности. Вулканическое плато Толбачинский Дол по размерам сопоставимо с Ольским вулканическим полем на современном эрозионном срезе (рис. 11).

Многие особенности, несомненно, являются общими для любых вулканических областей. Напомним, что речь пойдет не о всех палеоландшафтных обстановках ОЧВП, а лишь о тех, в которых образовывались захоронения растений, сохранившиеся в геологической летописи. Вначале вулканогенно-осадочные слои с остатками растений формировались

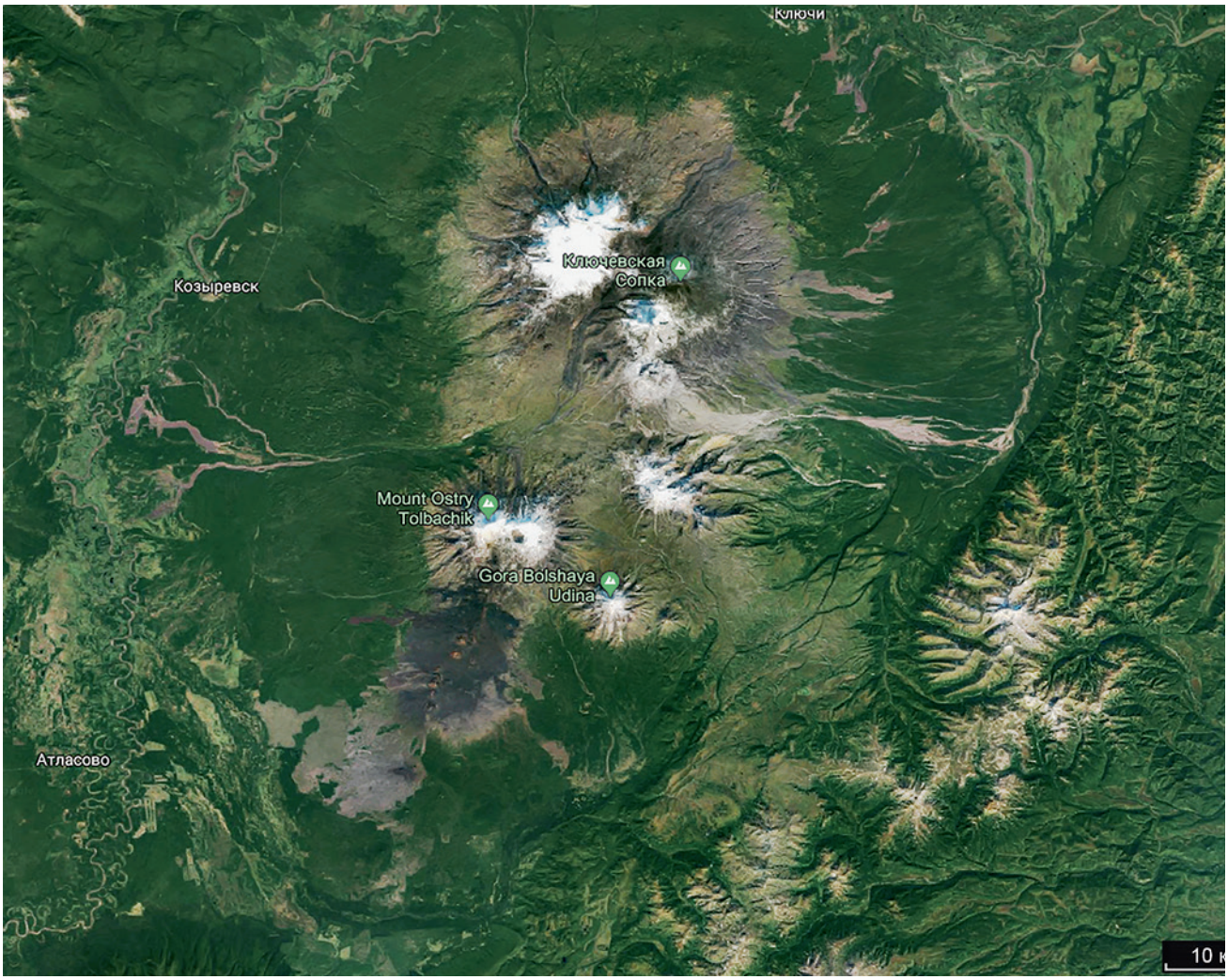


Рис. 9. Вид Ключевской группы вулканов из космоса

Рис. 10. Ландшафт современной Камчатки в районе Ключевской группы вулканов

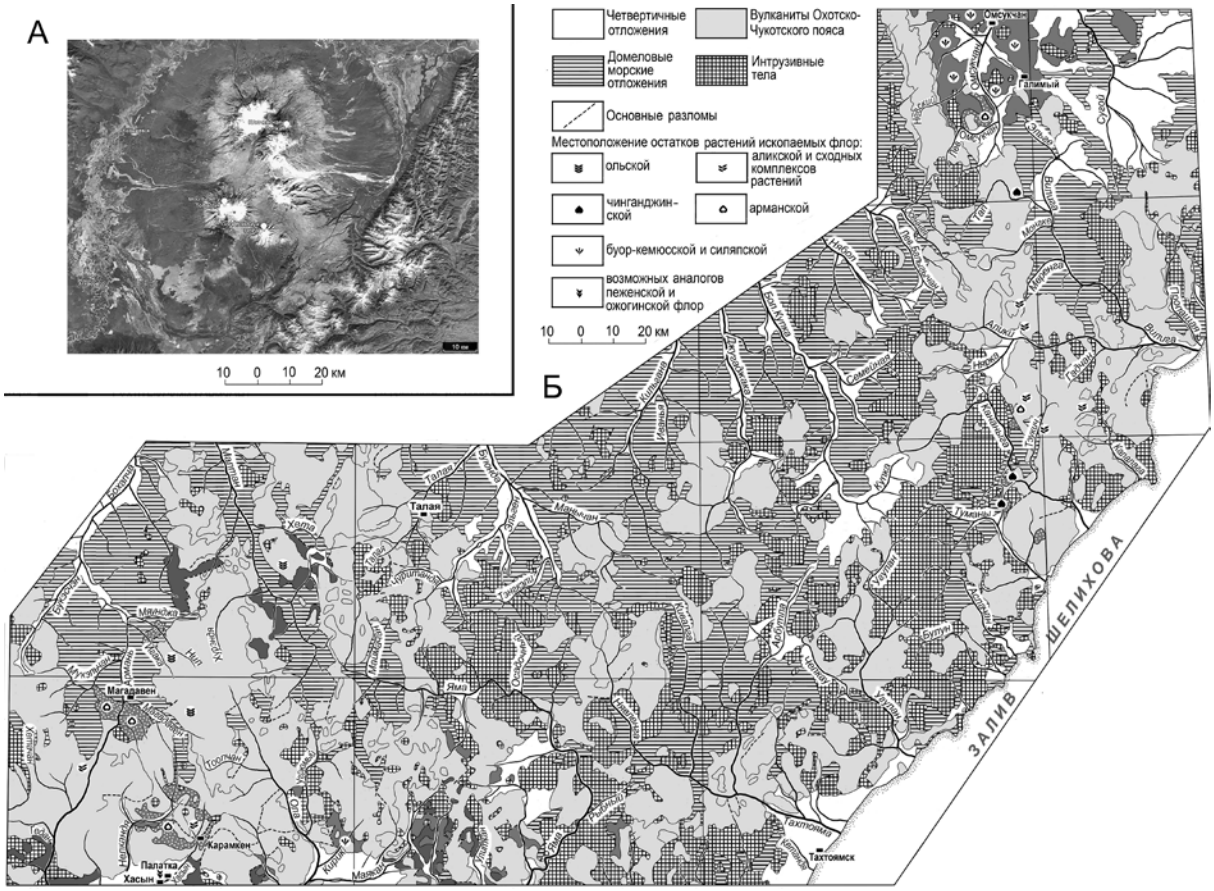


Рис. 11. Сопоставление (в одинаковом масштабе) размеров Ключевской группы вулканов (А) и полей меловых вулканитов Северного Приохотья (Б)

Рис. 12. Ручей в окрестностях вулкана Толбачик переоткладывает продукты извержений разных лет

в понижениях древнего субстрата, которые окружали первые вулканические постройки ОЧВП (рис. 12, 13).

Из таких накоплений происходят арманская, чинганджинская и, вероятно, ульинская палеофлоры. Затем каждый этап активизации вулканической деятельности заканчивался формированием более или менее обширных выровненных поверхностей. В относительно небольших понижениях на этих поверхностях и формировались захоронения местных растений. Отметим, что выровненные поверхности, вероятно, возникали не сразу. Они являлись итогом, результатом очередного этапа вулканической активности. В течение такого этапа рельеф мог быть относительно контрастным: существовали вулканы и межгорные впадины. Примером накоплений такой впадины может служить петрографически хорошо изученный разрез вулканогенной толщи в бассейне р. Кананыга, который включает остатки растений тэукичского флористического комплекса (Щепетов, 1991б), включенного в состав аликской палеофлоры (Щепетов, Головнёва, 2010). Однако к началу следующего этапа активизации вулканической деятельности рельеф становился относительно выровненным. Там, где этого не происходило, не наблюдается и смены вулканогенных толщ в стратиграфических разрезах.

Поверхности, образованные вулканогенными толщами ОЧВП, вероятно, были относительно ровными, иначе эти толщи не воспринимались бы как стратифицированные геологические тела. Современными аналогами таких образований можно считать вулканические плато Толбачинский Дол и Ушковский Дол на Камчатке. Такие плато не являются, конечно, абсолютно горизонтальными поверхностями. Обычно они имеют небольшой наклон, их поверхность холмистая с перепадами высот до нескольких десятков и даже сотен метров (рис. 14).

Рис. 13. Отложения высокой поймы ручья в окрестностях вулкана Толбачик – будущие вулканогенно-осадочные породы

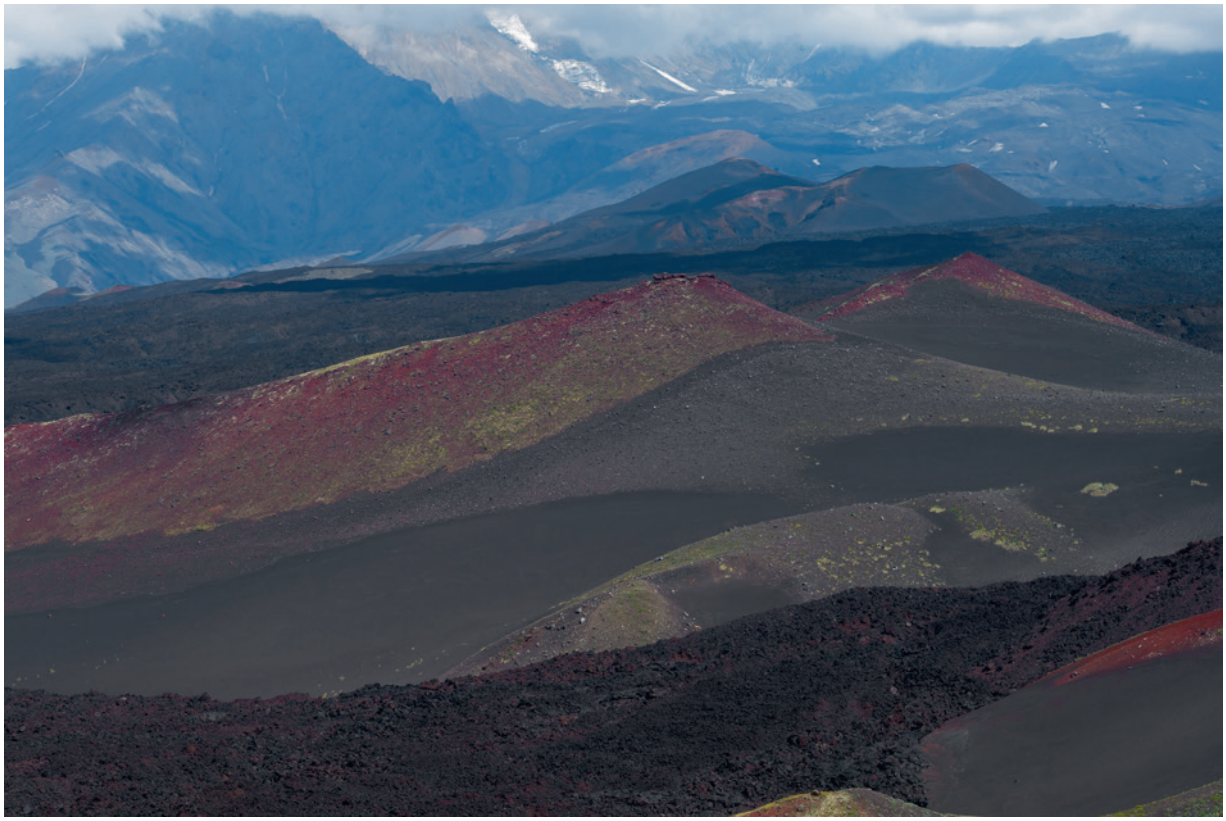


Рис. 14. Участок вулканического плато Толбачинский Дол (Камчатка)

Рис. 15. Поверхность, сложенная тефрой

Однако свойства субстрата, слагающего плато, препятствуют образованию выраженного локализованного стока и, соответственно, активной эрозии. Обширные поверхности плато Толбачинский Дол лишены каких-либо водотоков, ручьев или речек – атмосферная вода просачивается сквозь рыхлый слой тефры (рис. 15); поверхности, сложенные лавовыми покровами, также безводны (рис. 16) – вода уходит по трещинам до первого водоупора и выходит на поверхность по периферии плато в виде ключей (рис. 17). Это позволяет отметить первую особенность условий обитания древних растений на вулканических плато: выраженный локализованный сток отсутствует.

Такая особенность может объяснить незначительное количество цветковых растений в большинстве захоронений ОЧВП. Считается, что покрытосеменные расселялись вглубь материка по речным долинам (Герман, 1999, 2011). Соответственно, отсутствие рек это расселение значительно затрудняло. Хорошим примером может служить обширный Пегтымельский прогиб ОЧВП (рис. 1, 3, 4). В коньякском веке, во время заполнения его вулканитами чаунской серии, всего в 100–150 км южнее, на приморских низменностях, существовали крупнолистные флоры, в которых доминировали покрытосеменные. Однако преодолеть эти километры за несколько миллионов лет цветковые растения так и не смогли: в палеофлоре чаунской серии их ничтожно мало, и при этом они мелколистны.

Можно, конечно, предположить, что растения приморских низменностей просто не смогли освоить высокое плато, сложенное вулканитами чаунской серии. Однако после завершения формирования чаунской серии начались излияния кислых и основных лав поздней стадии развития ОЧВП (эргываамская, эмунэрэтская, энмываамская свиты). Они сформировали обширное Чинейвеемское вулканическое поле (Белый, Белая, 1998). Образования этого поля перекрывают и вулканиты чаунской серии, и отложения приморских низменностей Пенжинского прогиба. Это говорит о том, что и те, и другие находились примерно на одном гипсометрическом уровне.

Обширные поверхности плато Толбачинский Дол засыпаны рыхлой тефрой (рис. 18, 19).

Рис. 16. Поверхность, сложенная лавой

Рис. 17. Ручей на фланге плато

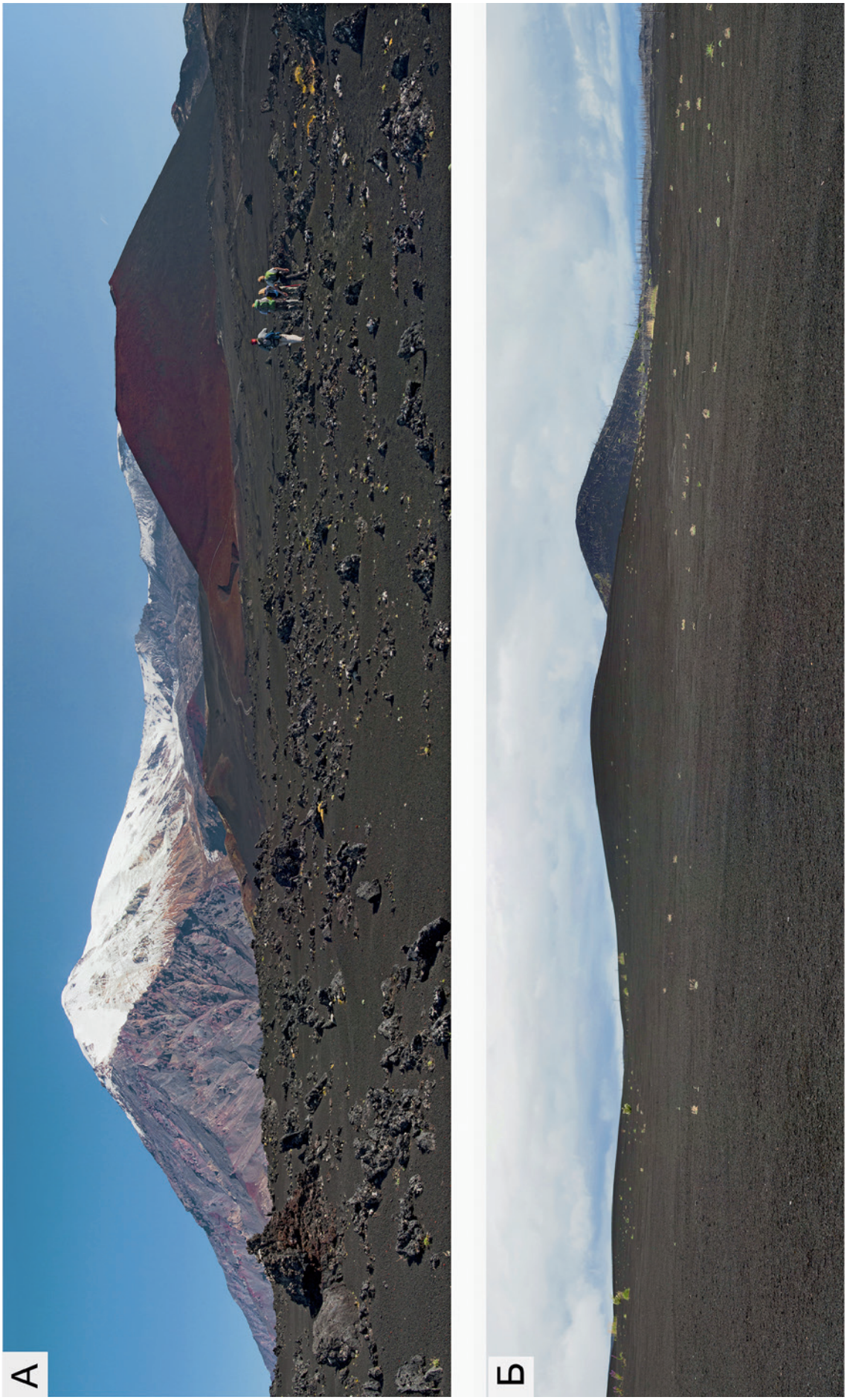


Рис. 18. Поверхности вулканического плато, засыпанные рыхлой тефрой

Рис. 19. Рыхлая тефра (вулканический шлак), на которой вырос колокольчик волосистоплодный (Campanula lasiocarpa Cham.)

Тефра подвижна и насыщена воздухом. Даже при незначительном механическом воздействии, например эоловом переносе, частички застывшего вулканического стекла измельчаются, создавая мелкозернистую или пылевидную фракцию (рис. 20, 21). Кроме того, пелитовый материал мог поступать на поверхность непосредственно в процессе извержений.

Рис. 20. Крупнозернистая свежая базальтовая тефра

Рис. 21. Разнозернистая базальтовая тефра, прошедшая механическую переработку

Нет оснований думать, что в меловом периоде дело обстояло иначе: туфы, туффиты и тефроиды – широко распространенные горные породы (рис. 22, 23).

Рис. 22. Литифицированная базальтовая тефра (туффит), верхний мел Корякского нагорья, спил. Порода содержит ископаемые кости и зубы динозавров

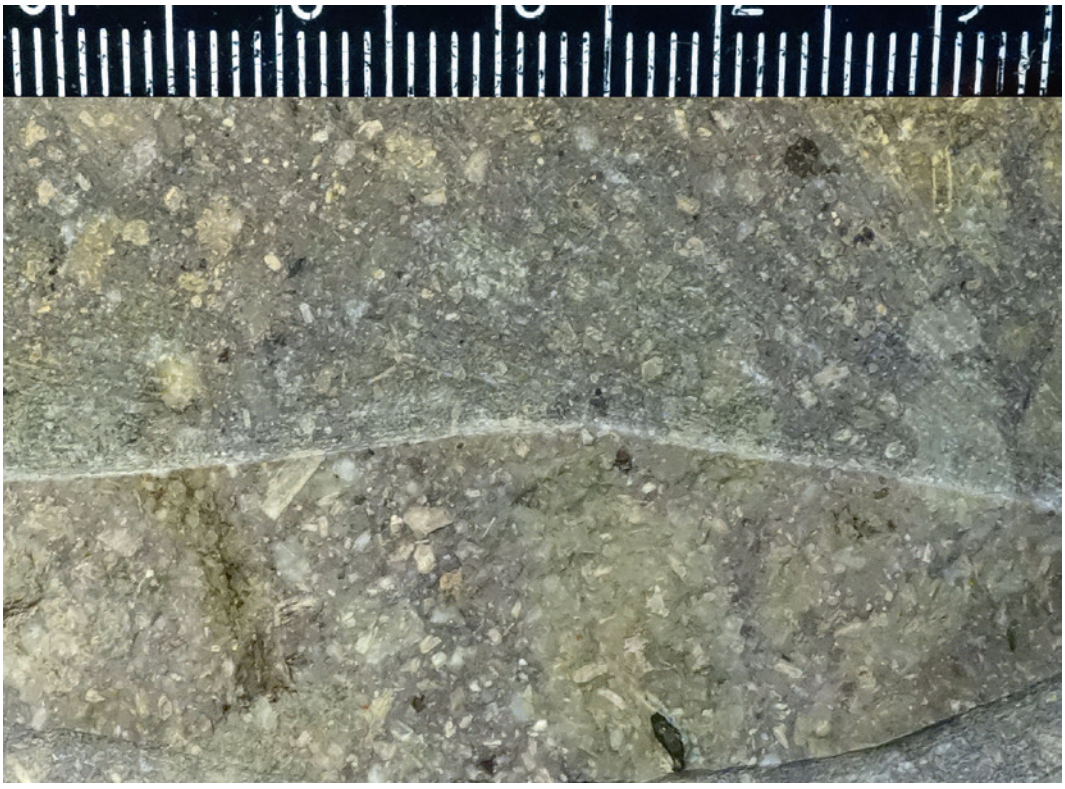


Рис. 23. Литифицированная андезитовая тефра (туффит), верхний мел Северного Приохотья, рондовская свита, спил. Порода содержит отпечатки растений (аликская флора)

Пирокластический материал, будучи снесен водой в понижения рельефа, оказывался весьма благоприятным для сохранения растительных остатков. На отпечатках иногда можно различить мельчайшие детали жилкования, хотя размер наиболее крупных обломков в породе может достигать нескольких миллиметров (рис. 24–28). Скорее всего, это связано с тем, что пепловый материал переносится на очень незначительное расстояние и сортировки частиц по размерности почти не происходило.

Рис. 24. Плато Толбачинский Дол: листья ольхового стланика Alnus fruticosa s.l., замытые переотложенной тефрой

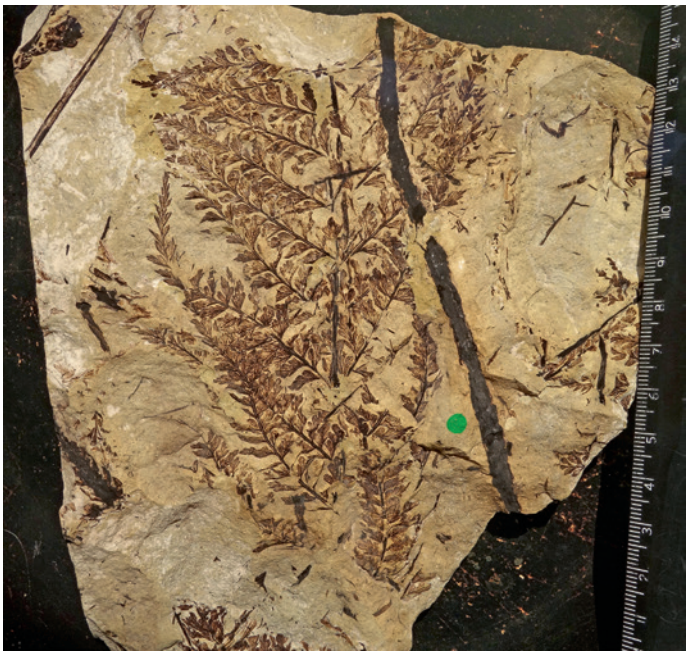


Рис. 25. Туффит умеренно кислого состава с отпечатком Coniopteris aff. bicrenata Samyl. Центральная Чукотка, левобережье р. Паляваам, вороньинская свита, верхний мел (Щепетов, 1991а, табл. 5, фиг. 1, экз. СВКНИИ ПФЗ/20–45)

Рис. 26. То же, что и на рис. 25, с увеличением

Рис. 27. Тефроид умеренно кислого состава с отпечатком папоротника Mygdykitia ochotica Golovn. et Shczep. Экз. БИН 1574/3а. Северное Приохотье, р. Яна, ольская свита, верхний мел

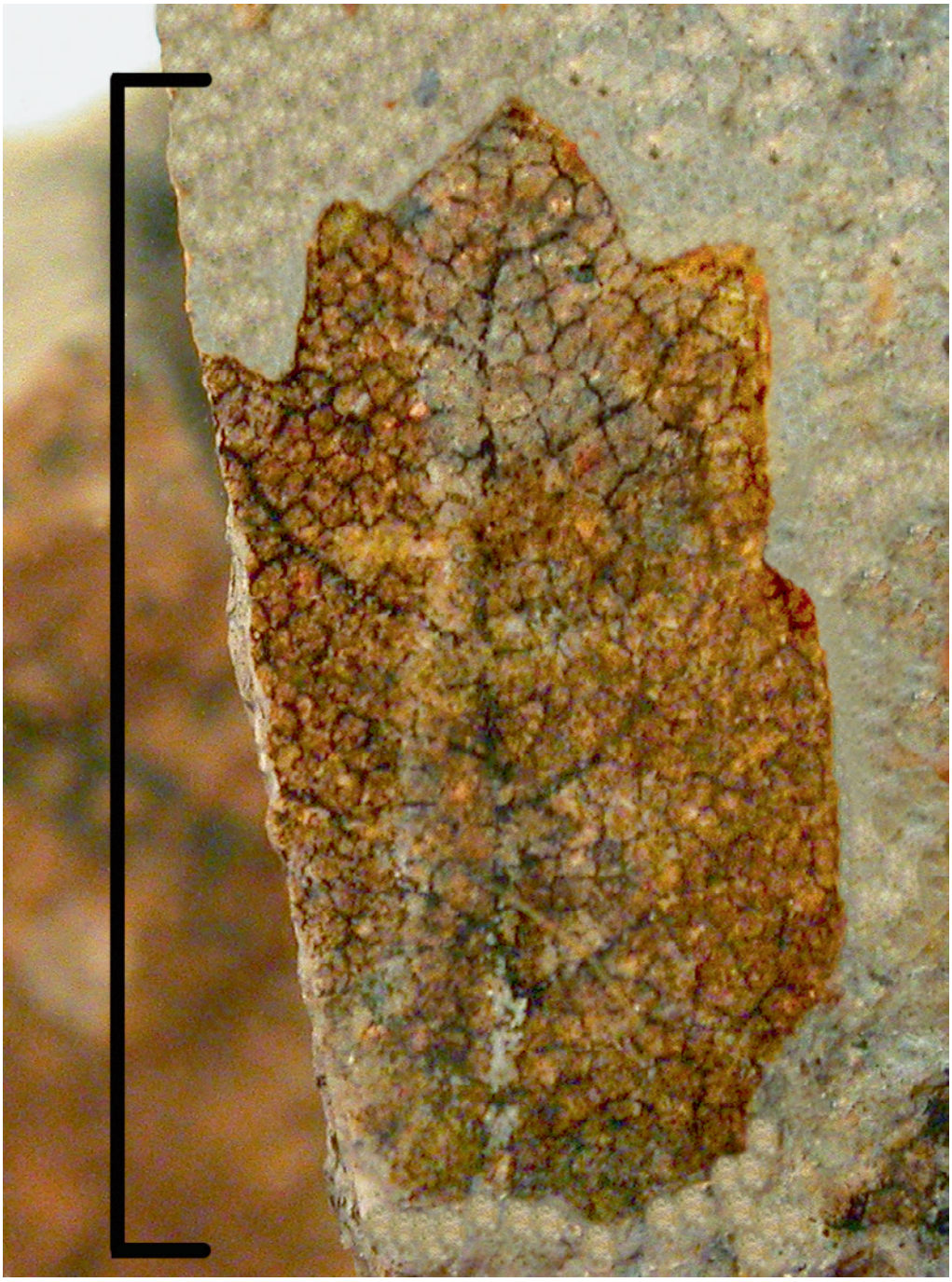


Рис. 28. Перышко мелового папоротника Mygdykitia ochotica Golovn. et Shczep. Деталь к рис. 27 с увеличением – размер линейки 1 см

Обилие материала, пригодного для захоронения остатков растений, можно считать еще одной особенностью области наземного вулканизма ОЧВП. Это подтверждает мнение В.А. Самылиной (1974, с. 34): «Возможно, что здесь мы сталкиваемся с растительными ассоциациями, которые в обычных условиях не фоссилизируются, но в данных конкретных условиях зафиксировались благодаря быстрому захоронению растений в продуктах вулканических извержений...»

В научной литературе не раз высказывались предположения о возможном влиянии химизма и физических свойств вулканогенного материала на систематический состав растительности ОЧВП. В частности, А.Б. Герман допускает, что чаунская флора Пегтымельского прогиба могла отражать «растительные сообщества, специализированные благодаря своему существованию на вулканических пепловых почвах» (Герман, 2011, с. 249).

Состав вулканитов, слагающих плато Центральной Камчатки, довольно однороден – это в основном базальты. При этом вдали от вулканических построек на полуострове встречаются хорошо развитые почвы, в которых вулканический материал присутствует лишь в виде примеси или прослоек. Тем не менее всю современную Камчатку заселяют одни и те же виды растений, и никаких специализированных к вулканитам видов здесь не отмечено (Нешатаева и др., 2014). То же самое можно сказать и о других областях современного вулканизма: специфических видов в них нет, но обычно формируются определенные функциональные типы растений (plant functional types). Это группы растений, не связанных таксономически, но имеющих сходные морфологические приспособления для освоения молодых вулканических поверхностей. Возможно, в области мелового вулканизма ОЧВП таким морфологическим приспособлением была относительная мелколистность покрытосеменных в ольской и чаунской флорах, в усть-эмунэрэтском и аянкинском флористических комплексах.

Для растений также далеко не безразличны химические и физические свойства субстрата. Состав вулканитов ОЧВП весьма различен – от ультракислых до основных пород по геохимическому составу, а толщи могут быть сложены почти исключительно лавами либо только туфами и туффитами. Тем не менее современная растительность на всей территории ОЧВП довольно однородна по составу (конечно, с учетом широтной зональности) и практически ничем не отличается от таковой прилегающих районов. На космических снимках (рис. 29) хорошо видно, что зелёный фототон на вулканитах ОЧВП не приобретает новых оттенков по сравнению с окружающей территорией. Но в целом он, конечно, отличается, поскольку вулканиты создают более контрастный рельеф. Зеленый цвет заметно гуще на Камчатке, где климат более влажный и теплый. Количественное соотноше-

Рис. 29. Северо-восточная окраина Азиатского континента, вид из космоса

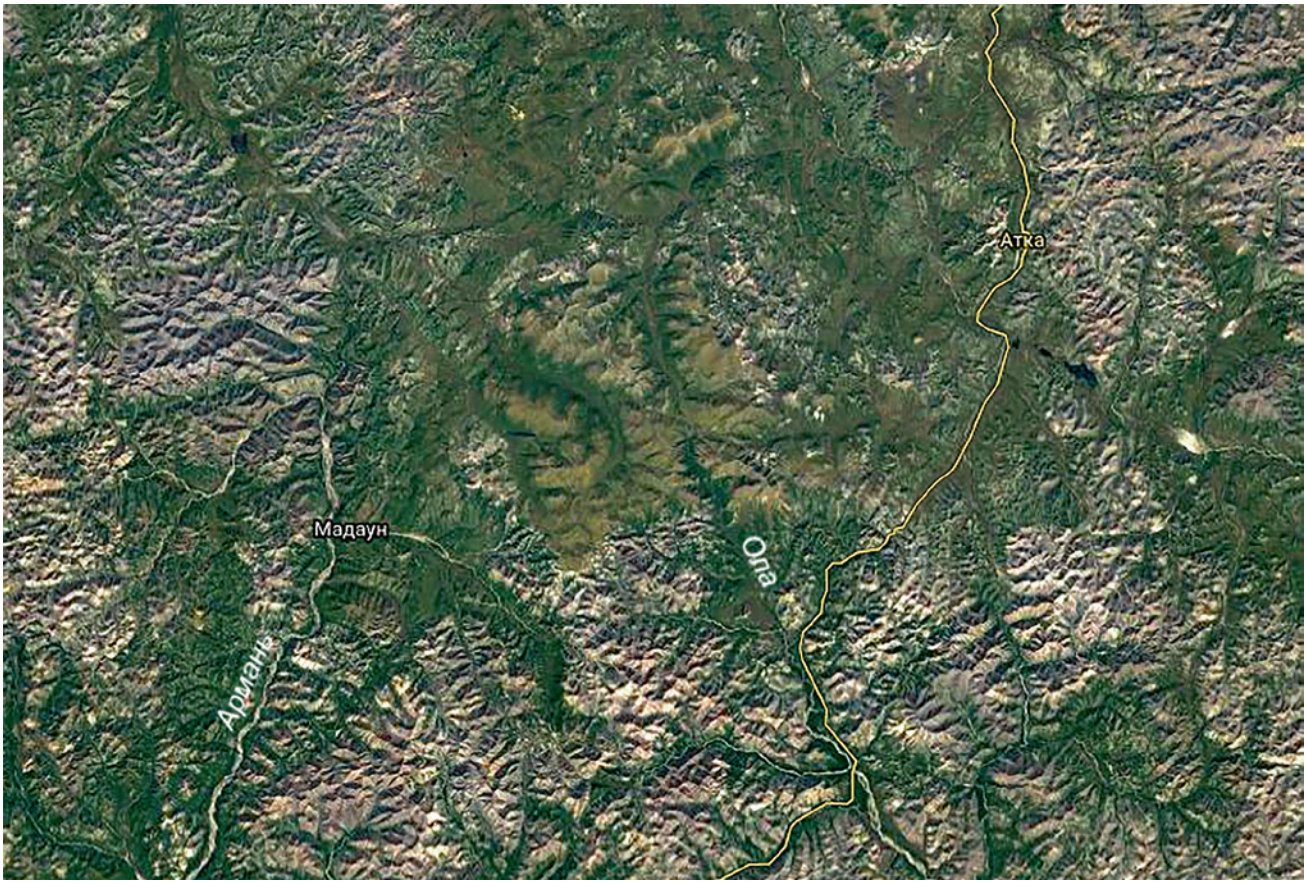


Рис. 30. Вид из космоса верховьев рек Армань и Ола. В центре – область распространения тундровой растительности – Ольское плато, выполненное базальтами мыгдыкитской свиты. В западной и восточной частях отчетливо выделяются два фототона: серый – дислоцированные отложения юры и триаса (преобладающий цвет пород темно-серый) и светлый желтовато-серый – меловые вулканиты ОЧВП (преобладающий цвет пород желтовато-серый)

ние видов и сомкнутость растительного покрова в пределах выходов меловых вулканитов, конечно, могут меняться, что дает возможность прослеживать геологические границы при дешифрировании аэрофотоснимков (рис. 30).

На свежих вулканических поверхностях ОЧВП в коньякском веке существовали растения, остатки которых мы объединяем в аликскую и чаунскую палеофлоры, а в сантоне – кампане существовали растения ольской палеофлоры. Каждая из них включает тафофлоры из вулканогенных толщ существенно разного геохимического и петрографического состава. Тафофлоры одной палеофлоры обладают сходными чертами, которые позволяют относить их к одному и тому же этапу развития флоры данной территории. При этом они почти никогда не бывают идентичными по систематическому составу и количественным соотношениям групп растений. Причин таких «частных» различий может быть много, в том числе это и физико-химические свойства субстрата, на котором существовали растения. Однако чаще всего такие различия объясняют неполнотой сборов или особенностями захоронения. Можно заключить, что физико-химические свойства вулканического субстрата, скорее всего, не входят в число основных факторов, повлиявших на специфику флор области мелового вулканизма.

При уничтожении или подавлении растительности пеплопадами и излияниями лав на Камчатке она восстанавливается в прежнем составе – новых, ранее отсутствовавших здесь видов не появляется, как не наблюдается и морфологических аномалий вегетативных частей растений (рис. 31).

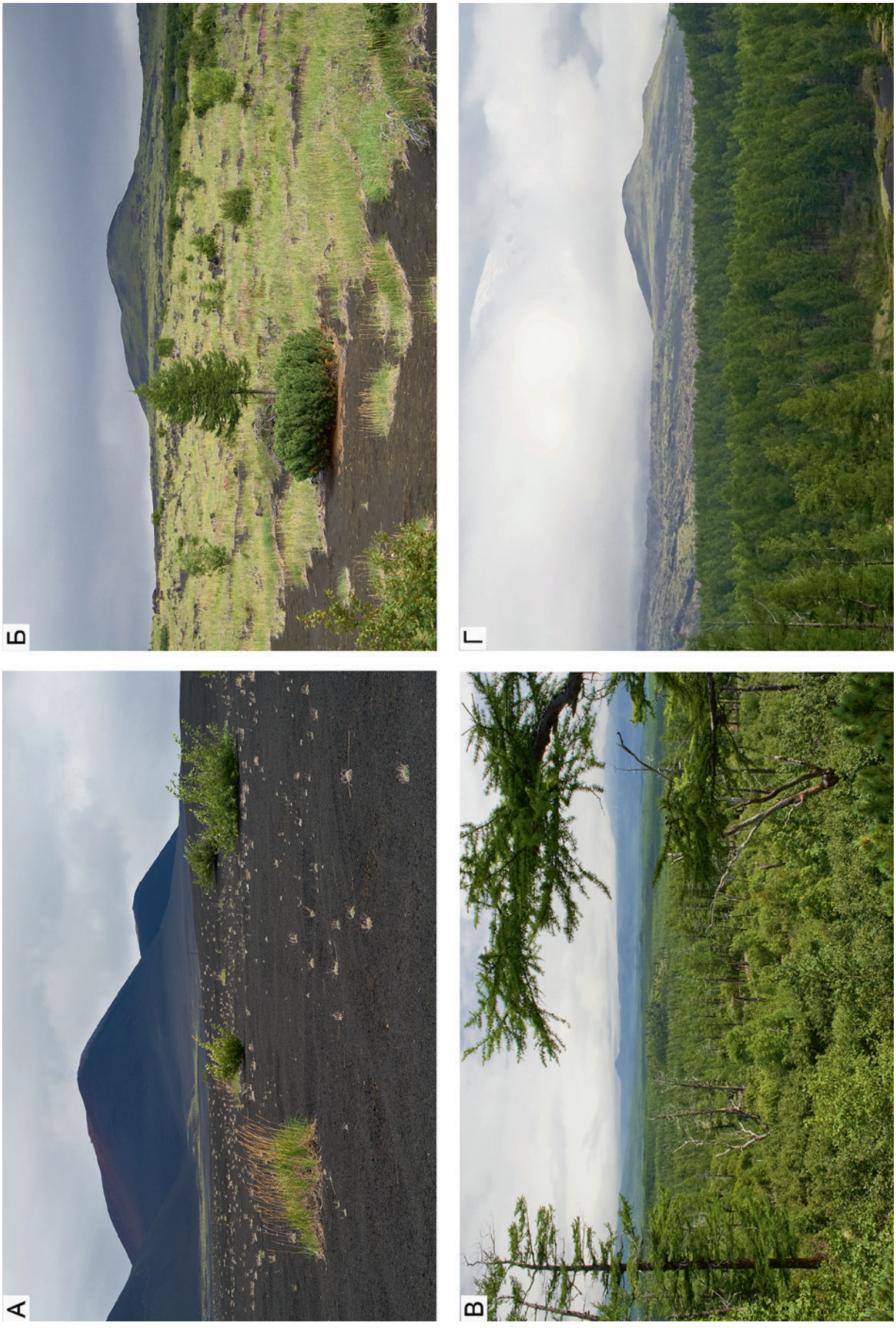


Рис. 31. Плато Толбачинский Дол: стадии восстановления растительности, полностью уничтоженной при извержении

Наиболее важными факторами, регулирующими процессы первичных сукцессий на рыхлых пирокластических отложениях, являются мощность тефры, степень подвижности субстрата и расстояние до ближайших источников диаспор. Там, где продолжаются процессы переноса и переотложения тефры, растительный покров не сформирован либо очень сильно разрежен, а видовой состав значительно обеднен.

Особенности литолого-петрографического состава меловых вулканогенных или, точнее, вулканомиктовых флороносных слоев (Щепетов, 1991б; Щепетов, Герман, 2017), позволяют предположить, что в условиях подвижности вулканического субстрата захоронения растений не возникают. Скорее всего, само появление в геологическом разрезе слоев с отпечатками растений и маркирует закрепление субстрата на местности.

В местообитаниях с закрепленным субстратом, где имеется возможность для укоренения растений, темп и характер сукцессий определяется скоростью поступления семян и локальными микроклиматическими условиями. При полном уничтожении растительного покрова, но при наличии источников диаспор (семян, спор) в радиусе до 1,5 км, относительно сомкнутые тополевые, лиственничные или каменноберезовые молодняки способны сформироваться на тефре уже через 30–35 лет. Причем зрелые лиственничные леса, сходные по составу и структуре с лесами близлежащего плато Ушковский Дол, при наличии источников семян могут сформироваться не ранее чем через 300–500 лет после извержения, а каменноберезовые леса и лиственничные редколесья – не ранее чем через 150–200 лет. Время формирования климаксовой лесной растительности на шлаковых полях составляет порядка 500 лет, а на лавовых потоках – 2000–2500 лет (Кораблёв и др., 2014).

При этом необходимо отметить, что темпы и характер первичных сукцессий на рыхлых шлаковых субстратах и на лавовых полях значительно отличаются. На лавах они зависят от типа лавового потока и структуры поверхности лав. Формирование растительности быстрее всего идет на широких плитах волнистых и канатных лав (лавы типа «пахоэхоэ») с шероховатой, игольчатой и бороздчатой структурой поверхности, способствующей накоплению мелкозема. На таких лавах уже через 250–300 лет после извержения формируются сообщества кедрового стланика. Наименее благоприятны для поселения растений крупноглыбовые лавы санторинского типа и лавы типа «аа» с ровной гладкой поверхностью, на которой не задерживается мелкозем. Другим важным фактором является скорость накопления мелкозема, которая во многом зависит от интенсивности пеплопадов: периодические слабые и умеренные пеплопады значительно ускоряют ход сукцессии. В то же время сильные пеплопады (с единовременным отложением слоя тефры мощностью более 30 см) уничтожают существующий растительный покров, перекрывая его «пирокластическим чехлом», и вновь инициируют первичные сукцессии. Кроме того, на темпы и характер сукцессий влияют также высота над уровнем моря, положение в рельефе, вероятность заноса диаспор, наличие островков уцелевшей растительности («микрорефугиумов») и др. Время, необходимое для формирования условно-коренных лиственничников на лавовых потоках лесного пояса плато Толбачинский Дол, оценивается в 2000–2500 лет и более (Кораблёв и др., 2014).

Процессы первичных сукцессий на рыхлых пирокластических отложениях (шлаково-пепловых полях) регулируются другими факторами. Наиболее важным из них является степень подвижности субстрата, связанная с мощностью слоя свежей тефры. В местообитаниях, где продолжаются перенос и переотложение тефры, растительный покров крайне разрежен и беден, а видовое разнообразие очень низкое. В таких условиях стадия разреженных группировок и единичных особей растений может поддерживаться на протяжении многих столетий. В местообитаниях с закрепленным рыхлым субстратом, где имеется возможность прорастания семян и укоренения растений, темпы и характер сукцессий определяются скоростью поступления семян и локальными условиями – микрорельефом и микроклиматом (особенностями снегонакопления, температурным, водным и ветровым режимами и др.). По нашим данным, время, необходимое для формирования

условно-коренной лесной растительности на шлаковых полях Толбачинского Дола, составляет не менее 300–500 лет. При этом следует учитывать, что размеры шлаковых полей также имеют значение: чем больше площадь ювенильных пирокластических отложений и чем выше мощность «пирокластического чехла», тем медленнее будут идти процессы восстановления на них растительного покрова. Так, на плато Толбачинский Дол молодые шлаково-пепловые поля занимают обширные территории (свыше 150 км^2); на рыхлых субстратах продолжаются эрозионные процессы, занос семян в центральные части шлаковых полей незначителен, прорастание и укоренение всходов растений крайне затруднено. Кроме того, при каждом новом извержении и выпадении пеплового слоя мощностью более 15 см поверхность «омолаживается» и ход восстановительных сукцессий прерывается: они «отбрасываются» на более ранние стадии. Наша оценка продолжительности сукцессий на тефре в целом согласуется с данными других авторов (Grishin, del Moral, 1996), которые оценивают время формирования лесной растительности на шлаковых полях Толбачинского Дола в 500 лет, а на более обширных по площади пирокластических отложениях вулкана Ксудач (Южная Камчатка) – в 2000 лет.

Вулканические поля ОЧВП в меловом периоде, несомненно, были значительно более обширны, чем на современном эрозионном срезе. Вероятно, они смыкались, образуя сплошные вулканические поверхности, уходящие на сотни километров вглубь материка. Надо полагать, что периферийные части этой вулканической страны, на которые могли быть занесены семена растений из не затронутых вулканизмом районов, давно эродированы. Поэтому и нет ископаемых комплексов растений, которые можно было бы интерпретировать как переходные между равнинными и «горными» палеофлорами – они просто не сохранились. Что же могло быть источником диаспор для глубинных районов области вулканизма?

Мощные извержения на Камчатке периодически уничтожают всю растительность на значительных пространствах. Точнее, почти всю, поскольку практически всегда остаются небольшие островки уцелевшей растительности (рис. 32). Это может быть скала, заросшая кустарником, которую обогнул лавовый поток, или подножие утеса, прикрывшего от пеплопада участок леса. По окончании катаклизма такие микрорефугиумы в первую очередь становятся источниками семян и спор для заселения ювенильной поверхности. Конечно, в случайном убежище сохраняются далеко не все виды, ранее заселявшие данную территорию. Однако и недостающие виды со временем возвращаются, поскольку их семена поступают из других близлежащих рефугиумов или из соседних районов, не затронутых извержением.

Так, на лавовом поле «Водопадное», образовавшемся в ходе Трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг., нами были обнаружены островки уцелевшей растительности площадью 500–800 м^2 (Кораблёв и др., 2016). Сохранившиеся участки фитоценозов были приурочены к высоким шлаковым буграм, образовавшимся на месте старых лавовых останцов, перекрытых тефрой последнего извержения. Лавовый поток не затронул этих островков: его рукава обогнули шлаковые бугры, лишь незначительно опалив их периферийные части. На островках встречены фрагменты сообществ каменноберезняков, куртины ольхового стланика, разреженные злаковые группировки, дернинки мхов, пятна лишайников. Видовое богатство сообществ подобных микрорефугиумов довольно низкое, что связано с нарушением растительного покрова на окружающей территории во время предыдущего Большого трещинного Толбачинского извержения 1975–1976 гг. Тем не менее существование подобных островков уцелевшей растительности крайне важно как для распространения детрита и мелкозема на ювенильный лавовый субстрат, так и для расселения диаспор растений на окружающий лавовый поток. Это явление необходимо учитывать при изучении вулканогенной динамики растительного покрова, так как наличие участков живой растительности, сохранившейся с периода, предшествующего последнему

Рис. 32. Толбачинский Дол: лавовый поток (на втором плане) не затронул участок с уцелевшей растительностью. Отсюда начнется заселение растениями ювенильной поверхности

извержению, значительно ускоряет ход восстановительных вулканогенных сукцессий в прилегающих участках лавового потока. На важную роль подобных рефугиумов, благоприятствующих распространению растений в ходе первичных сукцессий, также указывали R.N., Fuller и R. del Moral (2003) на примере вулкана Сент-Хеленс (США).

Значительные масштабы вулканической деятельности ОЧВП, конечно, не сопоставимы с таковыми современной Камчатки. Однако механизмы восстановления растительности, вероятно, были такими же, с той только разницей, что в глубинных районах ОЧВП отсутствовал привнос семян извне или же он был крайне незначительным. Мы полагаем, что это было одним из основных факторов, обусловивших высокий эндемизм и разнообразие систематических составов даже одновозрастных палеофлор ОЧВП.

1.4. ОБЪЯСНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФЛОРОГЕНЕЗА В ОБЛАСТИ МЕЛОВОГО ВУЛКАНИЗМА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АКТУАЛИЗМА

Сравнивая условия существования растений на различных вулканогенных субстратах, мы не видим серьезных оснований считать, что меловые флоры области наземного вулканизма ОЧВП, представленные захороненными остатками растений, существовали в горных условиях. Особенности их систематического состава можно объяснить отсутствием эрозии, а также удаленностью и даже изоляцией от источников семян.

Во время формирования ОЧВП такие условия складывались не всегда и не повсеместно. В частности, в самом начале активизации вулканической деятельности, вероятно, рельеф сделался контрастным, обширных вулканических полей ещё не существовало. Покрытосеменные растения, заселив приморские низменности, распространялись вглубь континента – возникли ульинская, арманская и чинганджинская палеофлоры. Наверное,

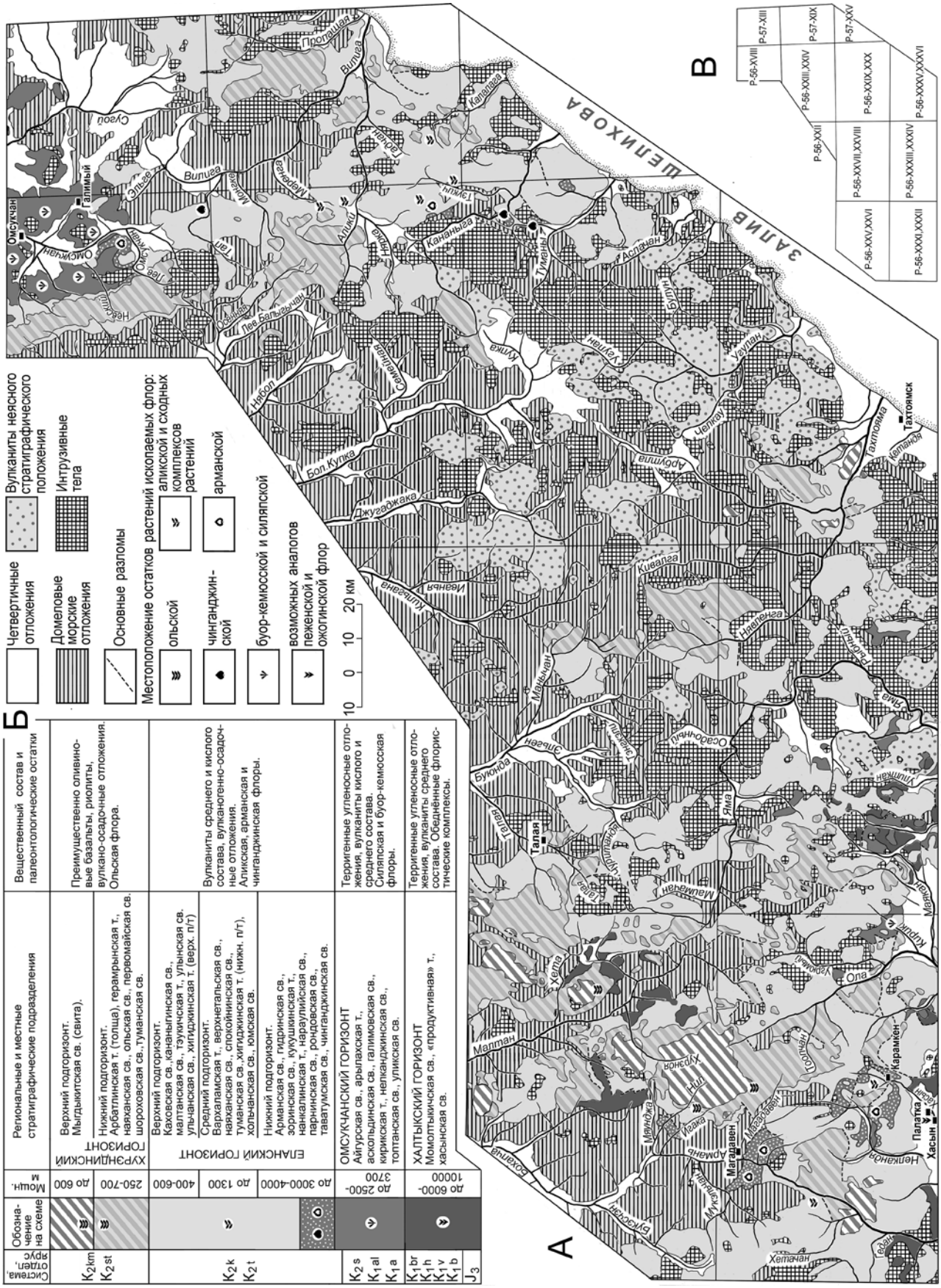
их было гораздо больше, но в условиях активной эрозии их захоронения не сохранились. В тех районах, где поступление вулканогенного материала на поверхность превышало его снос, рельеф выровнялся и начали формироваться обширные вулканические поля. В таких условиях покрытосеменные не исчезли, но роль их сильно сократилась. Так, например, в верховьях рек Армань и Ола (рис. 33) вулканогенно-осадочные слои с арманской палеофлорой сменились вулканогенными накоплениями, включающими геданский и карамкенский флористические комплексы (рис. 34). В междуречье рек Вилиги и Туманы вулканогенно-осадочные отложения с зоринской и чинганджинской палеофлорами оказались перекрыты вулканогенными толщами, включающими аликскую палеофлору.

Можно предположить, что выравнивание рельефа и ослабление процессов эрозии лишило покрытосеменные растения преимущества перед папоротниками и голосеменными в скорости расселения. Однако покрытосеменным для успешного распространения требовалась не собственно эрозия, а нарушенные местообитания, которые в обычных условиях они занимали раньше голосеменных и папоротников. При заселении ювенильных вулканогенных поверхностей этого не происходило. Возможно, источники семян цветковых растений оказывались слишком далеко. Как известно, покрытосеменные быстро заселяют вновь образующиеся песчаные и песчано-галечные косы во внутренних частях речных меандр (см. Герман, 2011, рис. 9.8). На современных реках ширина таких кос редко превышает первые сотни метров, они всегда примыкают к берегу с сохранившейся растительностью (рис. 35). Однако при формировании ОЧВП ювенильные поверхности простирались на многие десятки километров, что не позволяло пионерным видам проникать в их центральные части.

Можно предложить и другое объяснение замедлению распространения покрытосеменных в вулканической области. Процессы эрозии разрушают местообитания растений и создают совершенно девственные ювенильные поверхности, которые спешат заселить растения-эксплеренты, каковыми и были ранние покрытосеменные. А в результате вулканических извержений происходит нечто, подобное мульчированию поверхности (рис. 36). При этом почва не уничтожается, не разрушается, а лишь перекрывается более или менее проницаемым слоем неорганического материала. При зарастании этой «мульчи» преимущество оказывается за теми, кто жил здесь раньше. Именно аборигены сохраняются в рефугиумах и в первую очередь становятся источниками семян. Даже если погибли вегетативные части растений, выжившие корневые системы и семена, сохранившиеся в почве под слоем тефры, прорастут при первой же возможности и вскоре дадут новые семена.

История возникновения чаунской флоры, вероятно, была несколько иной. На территории Пегтымельского прогиба периода контрастного рельефа и активной эрозии не было. Вулканические поля начали формироваться здесь сразу, изолируя внутренние районы от кайнофитной флоры приморских низменностей. После извержений растительный покров Пегтымельского прогиба снова и снова формировался из пула местных видов. Это были виды мезофитной буор-кемюсской палеофлоры. По данным В.А. Самылиной (1976), остатки этой флоры обнаружены в саламихинской толще, залегающей стратиграфически ниже слоев с чаунской флорой (чаунской серии), а также в вилковской толще, которая, мы полагаем, может замещать нижнюю часть чаунских слоев по простиранию или непосредственно подстилать их (рис. 7, 8).

Проанализировав систематические составы палеофлор, А.Б. Герман (2011) отмечает: «Можно предположить, что чаунская флора произошла от более древней амкинской флоры... или от широко распространенной в Северной Пацифике буор-кемюсской флоры...» (Герман, 2011, с. 248). Почему же она от нее произошла? И саламихинская, и вилковская толщи также сложены вулканитами, как и чаунская серия. Однако во время формирования этих толщ буор-кемюсская флора сохраняла свой характерный систематический состав.



Система, отдел, ярус	Обозначение на схеме	Мощн. м	Региональные и местные стратиграфические подразделения	Вещественный состав и палеонтологические остатки
K_2km		до 600	Верхний подгоризонт. Мыгдыкитская св. (свита).	Преимущественно оливиновые базальты, риолиты, вулкано-осадочные отложения. Ольская флора.
K_2st		250–700	Нижний подгоризонт. Арбатлинская т. (толща), герамрынская т., наяханская св., ольская св., первомайская св. шороховская св.,туманская св.	
K_2k K_2t		400–600	ХУРЭНДИНСКИЙ ГОРИЗОНТ. Верхний подгоризонт. Каховская св.,кананыгинская св., малтанская св., тэукичская т., улынская св. ульчанская св., хигиджинская т. (верх. п/т)	Вулканиты среднего и кислого состава, вулканогенно-осадочные отложения. Аликская, арманская и чинганджинская флоры.
		до 1300	Средний подгоризонт. Вархаламская т., верхнетальская св., наяханская св., спокойнинская св., туманская св.,хигиджинская т. (нижн. п/т), хольчанская св., юмская св.	
		до 3000–4000	ЕЛЬГИНСКИЙ ГОРИЗОНТ. Нижний подгоризонт. Арманская св., гидринская св., зоринская св., кукушкинская т., нанкалинская т., нараулийская св., парнинская св., рондовская св., таватумская св., чинганджинская св.	
K_2s K_1al K_1a		до 2500–3700	ОМСУКЧАНСКИЙ ГОРИЗОНТ Айгурская св., арылахская т., аскольдинская св., галимовская св., кирикская т., нелканджинская св., топтанская св., уликская св.	Терригенные угленосные отложения, вулканиты кислого и среднего состава. Силяпская и буор-кемюсская флоры.
K_1br K_1h K_1v K_1b J_3		до 6000–10000	ХАЛТЫКСКИЙ ГОРИЗОНТ Момолтыкинская св., «продуктивная» т., хасынская св.	Терригенные угленосные отложения, вулканиты среднего состава. Обеднённые флористические комплексы.

Рис. 33. Схема геологического строения центральной части Северного Приохотья (А), состав и возраст региональных стратиграфических подразделений позднего мезозоя на этой территории (Б) и разграфка листов использованных карт масштаба 1:200 000 (по: Щепетов, 1994) (В)

Рис. 34. Карамкенский флористический комплекс, базальные слои хольчанской свиты, верхний мел, Северное Приохотье. Тефроид среднего состава с отпечатками побегов Phoenicopsis ex gr. angustipholia Heer поверх листьев Trochodendroides sp. (экз. БИН 1569/11)

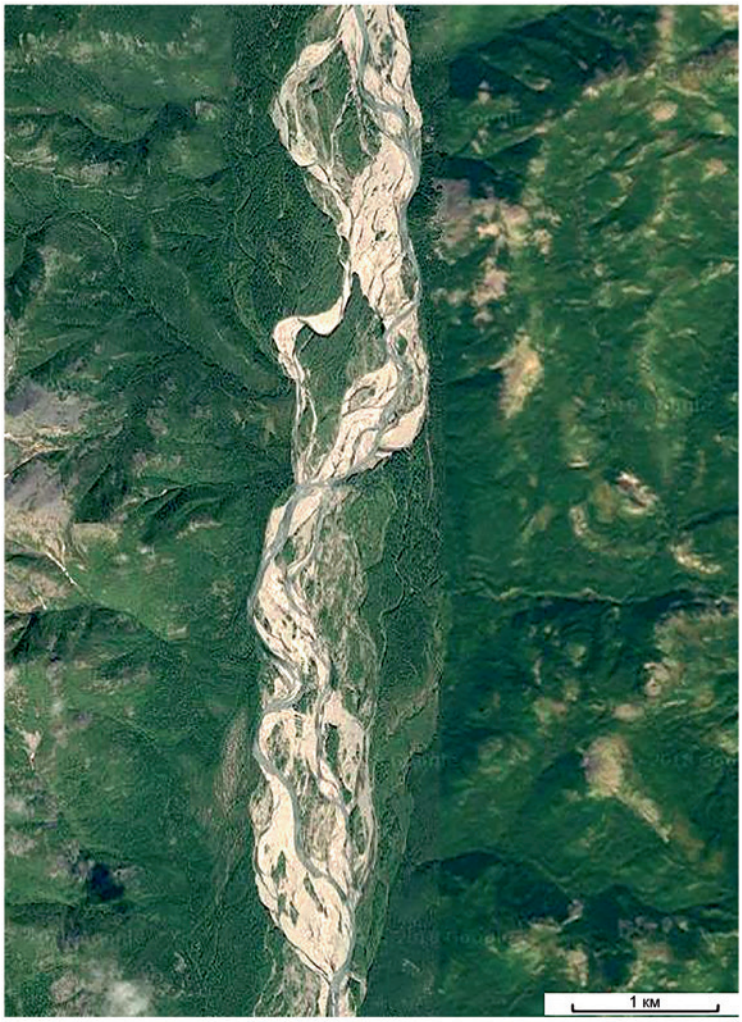


Рис. 35. Косы на р. Армань

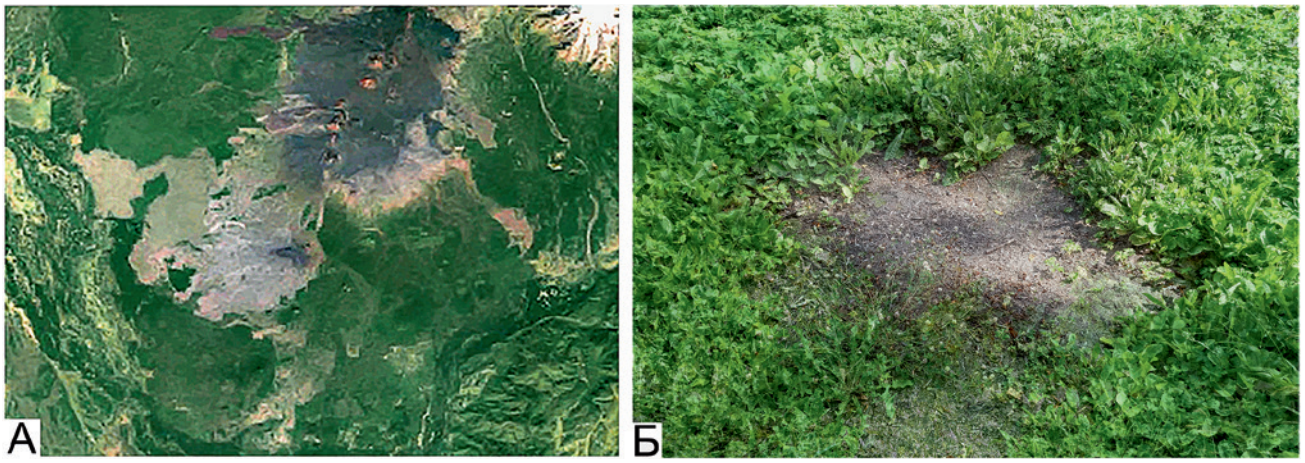


Рис. 36. Мульчирование поверхности: А – изверженным материалом (Толбачинский Дол, вид из космоса); Б – органическая мульча на газоне

Можно, конечно, предположить, что буор-кемюсская флора могла значительно измениться, приспосабливаясь к более возвышенным местообитаниям. Однако, как уже отмечалось, Пегтымельский прогиб является изометричной отрицательной вулканоструктурой оседания. Он заполнялся вулканогенным материалом по мере опускания субстрата. Если бы дело обстояло иначе, поверх накоплений чаунской серии не смогло бы сформироваться Чинейвеемское вулканическое поле, перекрывшее также и осадочные отложения Пенжинского прогиба. Более вероятным нам представляется иное объяснение.

Толщи вулканитов чаунской серии Пегтымельского прогиба, в отличие от других образований ОЧВП, очень хорошо стратифицированы; их выходы на местности прослеживаются на десятки километров. На рисунке 3, составленном по материалам государственных геологических карт масштаба 1:200 000, показан не весь Пегтымельский прогиб, однако и здесь хорошо видно, что в полосе протяженностью более 300 км с юго-запада на северо-восток и шириной около 200 км вулканиты чаунской серии не разделены сколь-нибудь значительными выходами пород древнего субстрата. Каждая из толщ образовывала сплошной покров если и не на всей этой территории, то на значительной ее части. При этом более 3 км мощности вулканитов прогиба сформировались очень быстро в геологическом масштабе времени – всего за 1 или 2 млн лет (Котляр, Русакова, 2004; Акинин, Миллер, 2011). По-видимому, многократно лавы и тефра разом покрывали тысячи квадратных километров поверхности. После каждого этапа вулканической активности лишь немногие растения, уцелевшие в редких рефугиумах, начинали заново осваивать ювенильную поверхность. В таких условиях, при отсутствии конкуренции, репродуктивные преимущества могли получить виды-эксплеренты и патиенты, которые могли становиться доминантами в формирующихся растительных сообществах. Эволюция здесь как бы «ускорялась», быстро возникало множество новых видов, но среди «тех, кому повезло» цветковых почти не было. Возможно, это связано с тем, что цветковые растения чаунской палеофлоры являются потомками малочисленных мелколистных покрытосеменных буор-кемюсской палеофлоры, поскольку виды приморских низменностей сюда не попали.

Первый этап вулканической деятельности в Пегтымельском прогибе, сформировавший алькаквуньскую и угаткынскую свиты, по-видимому, был катастрофичным для растительного покрова: в местных рефугиумах уцелели лишь немногие виды, а источники диаспор фоновых районов оказались очень далеко. Однако геоботаническими исследованиями в областях современного вулканизма показано, что нарушенная или уничтоженная извержениями растительность рано или поздно восстанавливается в несколько измененном (обедненном) составе (Кораблёв и др., 2014). Гипотеза А.И. Толмачева (1948, 1962, 1972) о том, что кризисное развитие флор в условиях современного вулканизма со-

провождается активным видообразованием, не нашла подтверждения дальнейшими исследованиями (Юрцев, 1974; Харкевич, 1984; Якубов, 2004, 2014). Периодическое уничтожение или подавление растительности пеплопадами и излияниями лав способствует стабилизации видового состава локальной растительности, препятствует проникновению в нее новых видов (Кораблёв, Нешатаева, 2011, 2016; Кораблёв и др., 2014, 2018). Вулканический материал в данном случае играет роль своеобразной «неорганической мульчи», которая, мощным слоем покрывая почву, препятствует прорастанию семян и спор и время от времени подновляется.

В захоронениях алькаквуньской и угаткынской свит почти нет буор-кемюсских видов. Проще всего это можно было бы связать с тем, что процесс превращения буор-кемюсской флоры в чаунскую не зафиксирован в геологической летописи: не было условий для формирования захоронений, либо захоронения были уничтожены эрозией. Опыт изучения растительности в областях современного вулканизма позволяет предложить иное объяснение.

Как уже отмечалось, областях современного вулканизма специфических «вулканофильных» видов нет, но формируются определенные функциональные типы растений. Это группы растений, не связанных таксономически, но имеющих сходные биолого-морфологические приспособления для освоения молодых вулканических поверхностей. На отпечатках растений чаунской флоры фитолеймы никогда не сохраняются, и их видовая принадлежность устанавливается исключительно по морфологическим признакам листьев или побегов. Может быть, все или большинство наиболее характерных видов чаунской флоры первоначально были не обособленными видами, а лишь их морфологическими разновидностями? Их морфологические признаки, используемые для систематики этих видов — лишь приспособления для освоения молодых вулканических поверхностей? К числу таких признаков, к примеру, можно было бы отнести крупные листья и перышки у папоротника Cladophlebis grandis, крупные листья у хвойного Pityocladus zheltovskii и, наоборот, мелкие листья у покрытосеменного Trochodendroides microphylla. Так, Cladophlebis inaequipinnulata из вулканогенно-осадочных отложений Северного Приохотья отличается от своего чаунского современника – папоротника C. tschuktschorum – «присутствием более мелких перышек в основании перьев...» (Щепетов, Головнёва, 2010, с. 57). Несколько тысяч лет жизни в неизменных условиях при существенной биологической изоляции вполне могли превратить этих «приспособленцев» в новые виды с устойчивыми морфологическими признаками. Другими словами, в области наземного вулканизма видообразование все-таки происходит, но очень медленно, и его темпы несопоставимы со скоростью ныне наблюдаемых процессов.

По представлениям С.В. Щепетова (1995), амкинская свита Ульинского прогиба является стратиграфическим аналогом хольчанской свиты Северного Приохотья и пыкарваамской свиты Центральной Чукотки, содержащей остатки чаунских растений. В амкинской свите также обнаружены остатки характерных чаунских папоротников Tchaunia lobifolia Philipp., Kolymella raevskii Samyl. et Philipp., Arctopteris ilirnensis Golovn. (Головнёва, 2018). Трудно представить, что новые виды, возникшие на шлаковых полях Пегтымельского прогиба, смогли на протяжении алькаквуньского и каленьмуваамского этапов вулканизма преодолеть более 2000 км до Ульинского прогиба. Это при том, что пеплопады и излияния лав отнюдь не способствуют расселению растений. Однако надо иметь в виду, что это были виды, адаптированные к существованию на ювенильных вулканических поверхностях. Если все толщи чаунской серии сформировались за 1–2 млн лет (Котляр, Русакова, 2004; Акинин, Миллер, 2011), то для прохождения дистанции в 2000 км «новоселам» было отведено не менее 100–200 тысяч лет. Впрочем, нельзя исключать, что при одинаковых условиях существования в разных местах возникали сходные функциональные (морфологические) типы растений (plant functional types). Если последнее предположение верно,

то видовой эндемизм чаунской флоры не занижен, как полагает Л.Б. Головнёва (2018), а существенно завышен.

Можно предложить и иное объяснение. Характерные чаунские виды повсеместно существовали в области вулканизма ОЧВП, они равноправно входили в состав растительных сообществ на протяжении нескольких миллионов лет. Однако эти виды занимали такие экологические ниши, что в захоронения почти не попадали или не попадали совсем. В центральной части формирующегося Пегтымельского прогиба, в силу стечения каких-то обстоятельств, возникли условия для захоронения именно этих растений – их не стало больше в природе, но они стали доминировать в захоронениях.

Одной из наиболее ярких особенностей чаунской флоры является необычно большое количество цикадофитов (Cycadophyta) в ее составе (Герман, 2011). При этом цикадофиты – теплолюбивые растения, а чаунская флора – наиболее северная меловая флора на Северо-Востоке Азии. Эту особенность чаунской флоры легко объяснить, используя метод актуализма: ювенильная вулканическая поверхность, которую осваивали чаунские растения, так же, как и современные шлаковые поля на Камчатке, имела иное альбедо, чем покрытые растительностью равнины и горы. Свежая вулканическая тефра среднего и основного состава имеет черную или темно-серую окраску и солнечный свет почти не отражает. Кислый шлак (серый), вероятно, отражает свет несколько лучше, но ненамного. В безветренный солнечный день тефра на поверхности шлакового поля может нагреваться до высоких температур. В прохладном климате Камчатки при относительно небольших размерах шлаковых полей это не создает заметных климатических аномалий. Судя по результатам геологического картирования и строению разрезов, в формирующемся Пегтымельском прогибе шлаковые и шлаково-лавовые поля могли простираться на многие десятки и даже сотни километров. Легко представить себе, что в центральной части шлакового поля, скажем, размером 100 × 200 км будет свой микроклимат и, возможно, сформируется устойчивый антициклон, который еще больше усилит термический эффект.

Мы полагаем, что своеобразие чаунской флоры можно объяснить приспособлением растительных сообществ к существованию на ювенильных поверхностях в глубинных частях обширных вулканических полей, то есть в условиях периодических нарушений извержениями и изоляции от источников фоновых диаспор.

Можно считать Пегтымельский прогиб «колыбелью новых видов», местом, где эволюция растительного мира пошла по иному пути – без наступления кайнофита. Но, скорее всего, события, подобные возникновению чаунской флоры, за время формирования ОЧВП происходили много раз и в разных местах. Однако только здесь, в Пегтымельском прогибе, локальный эпизод флорогенеза оказался детально задокументирован захоронениями и подробно представлен в геологической летописи. В пользу такого предположения свидетельствуют некоторые результаты стратиграфических корреляций. Остатки растений чаунской флоры встречены в пяти сменяющих друг друга в разрезе вулканогенных толщах. Представляется вероятным, что первые четыре из них максимальной суммарной мощностью около 3 км сформировались во время первого этапа кислого вулканизма ОЧВП. На всей остальной территории вулканического пояса этот этап сформировал невыдержанную по простиранию толщу вулканитов кислого состава средней мощностью несколько сотен метров.

Терригенные флороносные толщи осадочных бассейнов, по сравнению с осадконакоплением в области интенсивного вулканизма, в целом формируются значительно медленнее (рис. 37).

Конечно, при контрастном рельефе размыв и накопление осадков идут значительно быстрее, но в таких условиях возникают грубообломочные отложения, в которых органические остатки обычно не сохраняются. Эпизод флорогенеза, по масштабу подобный

Рис. 37. Шурф на западном фланге Толбачинского Дола. Видна мощность вулканогенного материала, накопившегося за 70 лет

возникновению, развитию и гибели чаунской палеофлоры, в осадочном бассейне, наверное, был бы запечатлен остатками нескольких новых видов цикадофитов и папоротников в одном-двух слоях песчаника или алевролита. В этом случае не было бы оснований рассматривать их как представителей какой-то особой древней флоры.

Таким образом, по аналогии с процессами восстановления растительности в области современного вулканизма Камчатки, мы полагаем, что наиболее значимыми особенностями формирования позднемеловых флор в области наземного вулканизма Северо-Востока Азии в целом можно считать следующие.

1. В среде обитания древних растений в области вулканизма ОЧВП отсутствовал или был слабо выражен локализованный сток. По сравнению с соседними районами, это силь-

но замедляло процессы эрозии и препятствовало распространению цветковых растений с приморских низменностей, освоенных ими ранее.

2. Важнейшим фактором при восстановлении уничтоженного извержением растительного покрова является наличие источников диаспор. В центральных частях вулканических полей восстановление растительного покрова происходит за счет пула местных видов, уцелевших в случайных рефугиумах, а в периферических частях – за счет заноса семян и спор с окружающих фоновых (не нарушенных извержением) территорий.

3. В отличие от равнин или приморских низменностей, в области наземного вулканизма было изобилие материала, пригодного для захоронения остатков растений. Это создавало возможность фоссилизации представителей видов и целых растительных группировок, в том числе «in situ», у которых в обычных условиях почти не было шансов попасть в захоронения, поскольку они существовали очень недолго и на ограниченной территории.

ГЛАВА 2.
РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В РАССЕЛЕНИИ РАННИХ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ И СОПУТСТВУЮЩИХ ИМ ГРУПП РАСТЕНИЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗИИ

Как известно, геологическая летопись изобилует лакунами. В наибольшей мере это относится к истории наземной флоры, так как неморское осадконакопление редко бывает непрерывным длительное время. На Северо-Востоке Азии ситуация более благоприятная, поскольку здесь, помимо обычных бассейнов осадконакопления, долгое время существовала обширная вулканическая область, в которой сохранилось множество захоронений остатков растений. Напомним: говоря об ископаемых флорах, всякий раз мы имеем в виду не флору того или иного времени и района в целом, а именно ту ее часть и те группы растений, которые попали в захоронения и смогли сохраниться в геологической летописи (Красилов, 1972).

В конце альбского века и в позднем мелу на территории современных Анадырской и Пенжинской низменностей, а также Корякского нагорья располагались прибрежно-морские низменности и равнины. Этот район мы называем Анадырско-Корякским субрегионом (рис. 1). По мнению А.Б. Германа (2011, с. 253): «Растительные сообщества, в которых доминировали покрытосеменные растения, сравнительно быстро расселились к концу альбского века в благоприятных для них прибрежно-морских низменностях Анадырско-Корякского субрегиона и постепенно стали проникать вдоль речных долин вглубь Азиатского континента, населенного главным образом хвойно-папоротниковой растительностью...» Ниже мы рассмотрим, как происходило расселение покрытосеменных по современным геологическим и палеофлористическим данным. Проблемы обоснования возраста палеофлор и палеофлористических комплексов в настоящей книге не затрагиваются, и их датировки соответствуют принятым в работе А.Б. Германа (2011) с позднейшими уточнениями (Щепетов, Герман, 2019).

2.1. КОНЕЦ АЛЬБА – НАЧАЛО ТУРОНА

Стратиграфические соотношения флороносных отложений и находки остатков моллюсков в контактирующих с ними морских слоях свидетельствуют о том, что первые на Северо-Востоке Азии растительные сообщества, в которых доминировали покрытосеменные растения (гребенкинская флора), обитали на приморских низменностях как минимум с конца альба до начала турона. При этом нет никаких свидетельств их проникновения вглубь азиатского континента. Вывод о длительном сосуществовании в регионе растительных сообществ мезофитной буор-кемюсской флоры, в которой доминировали голосеменные и папоротники, и кайнофитной гребенкинской флоры с обилием покрытосеменных растений следует из анализа стратиграфических соотношений, вмещающих остатки растений толщ в бассейне р. Анадырь и на Восточной Чукотке.

2.1.1. Бассейн р. Анадырь

По данным Б.Н. Трунова (Государственная..., 1977), криворечeнская свита, заключающая остатки растений гребенкинской флоры, в своем стратотипическом районе по р. Кривая и по левобережью р. Левая Убиенка представляет собой мощную (1200–2200 м) толщу туфоконгломератов, туфопесчаников и алевролитов (рис. 7, 8). В бассейне р. Правая Убиенка и в верховьях р. Левая Убиенка в ее составе появляются лавы и лавобрекчии, туфы и туфобрекчии среднего состава. Свита с угловым несогласием залегает на различных горизонтах юры, валанжинского и готеривского (?) ярусов нижнего мела (Государственная..., 1977).

На левобережье р. Левая Убиенка, в верховьях р. Дуговая и на правобережье р. Чинейвеем криворечeнскую свиту без признаков стратиграфического перерыва с постепенным переходом перекрывают морские отложения дуговской свиты. Они содержат остатки морских моллюсков туронского возраста (Государственная..., 1977; Терехова, 1988). В бассейнах рек Убиенка и Кавральянская криворечeнскую свиту согласно перекрывает безымянная вулканогенная нижняя толща верхнего мела. В нижнем слое стратотипического разреза этой толщи по руч. Каменистый, описанному Труновым, помимо отпечатков растений были обнаружены остатки морских моллюсков. В этих же местонахождениях в 1974–1976 гг. Э.Б. Невретдиновым и А.Д. Девятиловой были проведены новые палеонтологические сборы. По их результатам остатки двустворок и аммонитов позволили уверенно датировать вмещающие отложения туроном (Девятилова и др., 1980; Невретдинов, 1980). Собранные здесь же отпечатки растений рассматриваются как волчинский флористический комплекс, также датируемый туроном (Девятилова и др., 1980; Филиппова, Абрамова, 1993). По представлениям Невретдинова (1980) и Девятиловой (Девятилова и др., 1980), данные слои с остатками животных и растений располагаются в средней части разреза описанной ими волчинской свиты.

В поле выходов криворечeнской свиты на левобережье р. Чинейвеем между ручьями Болотный и Обильный А.И. Дворянкин, Е.Л. Лебедев и Н.И. Филатова (1993) собрали комплекс остатков растений, названный ими чинейвеемским. По особенностям систематического состава он «несомненно, моложе флор пенжинского (валижгенского) типа (поздний турон – коньяк), которые, в свою очередь, наследуют гребенкинские флоры (сеноман)...» (Дворянкин и др., 1993, с. 475). Так как в чинейвеемском комплексе присутствуют формы, сходные с представителями семейства Fagaceae, его отнесли к сенону. Поскольку новый флористический комплекс оказался моложе гребенкинской флоры и фауны дуговской свиты, Дворянкин с соавторами сочли, что вмещающие отложения не относятся к криворечeнской свите, а слагают «тектонический блок шириной около 4 км, ограниченный дугообразной формы разломами...» (Дворянкин и др., 1993, с. 473). А.Б. Герман проанализировал флористические определения Е.Л. Лебедева, ознакомился с коллекцией растительных остатков и пришел к выводу, что чинейвеемская тафофлора «безусловно, более молодая, чем гребенкинская флора правобережья р. Анадырь, и наиболее близка пенжинской тафофлоре Северо-Западной Камчатки и п-ова Елистратова, возраст которой надежно установлен как турон, исключая, вероятно, начало турона...» (Герман, 2011, с. 54). Отнсительно определенных Е.Л. Лебедевым молодых представителей сем. Fagaceae можно со значительной долей уверенности утверждать, что это остатки рода Grebenkia (возможно, нового вида), известного в гребенкинской и пенжинской тафофлорах. Наш вывод о туронском (вероятно, позднетуронском) возрасте чинейвеемской тафофлоры вполне отвечает мнению о позднетуронском или коньякском возрасте морских моллюсков из перекрывающих слоев дуговской свиты на р. Чинейвеем (Терехова, 1988; Похиалайнен, 1994) и их согласном стратиграфическом контакте с флороносными отложениями. Впрочем, этот вывод не опровергает и точку зрения А.И. Дво-

рянкина с соавторами, хотя лишает ее, видимо, одного из наиболее серьезных – палеоботанического – доказательств.

Вскоре после выхода статьи А.И. Дворянкина и его соавторов С.В. Щепетов ознакомился со всеми опубликованными и фондовыми материалами по данному району, провел дешифрирование аэрофотоснимков. Никаких структурных элементов, которые можно было бы истолковать как тектонические разломы, отделяющие отложения с чинейвеемской тафофлорой от криворечeнской и дуговской свит, ему обнаружить не удалось. О том, что контакт согласный, а не тектонический, в устной беседе с А.Б. Германом сообщила и Г.П. Терехова. Как и показано на карте Трунова (Государственная..., 1977), местонахождение чинейвеемского комплекса расположено в самой верхней части разреза криворечeнской свиты близ подошвы дуговской свиты.

Таким образом, в стратотипическом районе криворечeнской свиты гребенкинские слои, датируемые концом альба – началом турона (Щепетов и др, 1992; Spicer et al., 2002), согласно сменяются вверх по разрезу туронскими слоями с волчинской тафофлорой и слоями с чинейвеемским комплексом, датируемым туроном, исключая его начало. Волчинские слои входят в состав нижней толщи верхнего мела, а чинейвеемские представляют собой верхнюю часть разреза криворечeнской свиты, которую согласно перекрывает дуговская свита.

Стратотипическая местность криворечeнской свиты показана на листах геологических карт Q-59-XXI, XXII (Государственная..., 1977). С запада к ним примыкают листы карты Q-59-XIX, XX, составленные М.В. Кривоносовым и Э.Б. Невретдиновым в 1978 г. (Государственная..., 1981). На границе этих листов безымянная нижняя толща верхнего мела получает название – вилковская, средняя толща верхнего мела становится нижней подсвитой еропольской свиты, а верхняя толща верхнего мела – верхней подсвитой еропольской свиты.

Такая корреляция почти не оставляет простора для дискуссии о соотношении вилковской толщи и нижней толщи верхнего мела – это разные названия одного и того же стратифицированного геологического тела. Лишь в единственном случае – на левобережье р. Кавральянская – небольшой изолированный выход вулканитов вилковской толщи показан примыкающим к полю выходов верхней толщи верхнего мела, сложенной вулканитами такого же состава. На листах геологических карт Q-59-XIII, XIV, XIX, XX, XXI, XXII (рис. 7, 8) показано, что стратифицированное геологическое тело, на большей части территории называемое «вилковская толща», в верховьях р. Убиенка перекрывает криворечeнскую свиту и содержит остатки туронских аммонитов, а в верховьях рек Большой Пеледон и Большой Анюй залегает на базальтовой саламихинской толще.

Саламихинская толща с угловым несогласием перекрывает отложения готерива и чимчемемельской свиты (Государственная..., 1981). По более ранним данным В.Ф. Белого (1977, 1994), чимчемемельская и подстилающая ее айнахкургенская свиты перекрыты мощными вулканическими накоплениями яблонской серии. В междуречье рек Яблон и Чимчемемель серия разделяется на саламихинскую, нкулилэкинскую и вилковскую толщи. Саламихинская толща содержит остатки растений Birisia onychioides (Vassil. et Kara-Mursa) Samyl., Onychiopsis cf. elongata (Geyler) Yok., Heilungia tschuktschorum Samyl. et Philipp., Taeniopteris sp., Sphenobaiera longifolia (Pom.) Florin, Phoenicopsis sp. indet., Podozamites cf. lanceolatus (Lindl. et Hutt.) F. Braun, Pityophyllum nordenskioldii (Heer) Nath. (определения А.Ф. Ефимовой, В.А. Самылиной и Г.Г. Филипповой). Нкулилэкинская толща содержит Birisia onychioides (Vassil. et Kara-Mursa) Samyl., Coniopteris sp., Ginkgo ex gr. adiantoides (Ung.) Heer, Phoenicopsis sp., Podozamites sp. indet., Pityophyllum nordenskioldii (Heer) Nath. (определения А.Ф. Ефимовой). В вилковской толще встречены Baiera cf. polymorpha Samyl., Sphenobaiera longifolia (Pom.) Florin, S. angustiloba (Heer) Florin, S. aff. uninervis Samyl., Pityophyllum sp. indet. (определения А.Ф. Ефимовой).

Далее В.Ф. Белый (1977, с. 15) отмечает: «Из нерасчлененных вулканогенных образований яблонской серии на междуречье Олой – Яблон.... К.Б. Куликовым были собраны обильные остатки растений: Equisetites aff. burejensis Heer, Coniopteris compressa Vassil., Tchaunia sp., Cladophlebis sp., Heilungia tschuktschorum Samyl. et Philipp., Heilungia sp., Taeniopteris sp., Pterophyllum sp., Sphenobaiera longifolia (Pom.) Florin, Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer, Ph. ex gr. speciosa Heer, Araucarites sp., Pagiophyllum sp., Cephalotaxopsis cf. magnifolia Font. var. successiva Holl., C. cf. micropylla var. laxa Holl., C. cf. anadyrensis Krysht., Cephalotaxopsis sp., Parataxodium cf. wigginsii Arnold et Lowth., Leptostrobus sp. (определения А.Ф. Ефимовой, В.А. Самылиной и Г.Г. Филипповой)...». На составленных позднее среднемасштабных геологических картах этой территории (листы Q-58-XXI, XXII, XXIII, XXIV) данные вулканогенные образования были разделены геологами на саламихинскую и вилковскую толщи.

Яблонскую серию в низовьях рек Пеледон и Яблон (рис. 38, 39) Белый (1977) также рассматривает как нерасчлененную. По его данным, в нижней части ее разреза здесь обнаружены отпечатки Heilungia aff. udensis Koschman, Baiera cf. polymorpha Samyl., Pityophyllum sp. indet., а в средней части собраны Podozamites sp. indet., Pityopyllum sp. indet. (определения А.Ф. Ефимовой). В самой верхней части яблонской серии обнаружены отпечатки Podozamites sp. indet., Cephalotaxopsis cf. sangarensis Vassil., Cephalotaxopsis sp. indet., Pityophyllum nordenskioldii (Heer) Nath. (определения А.Ф. Ефимовой). На современных государственных геологических картах масштаба 1:200000 (листы Q-59-XIX, XX) вулканогенные образования яблонской серии этой территории также разделены на саламихинскую и вилковскую толщи (Государственная..., 1981).

В верхней части айнахкургенской свиты и в чимчемемельской свите содержатся представительные комплексы остатков растений буор-кемюсской флоры (Самылина, 1974, 1976; Белый, 1977; Решения..., 1978, 2009). «Сходные флористические комплексы с Arctopteris, Birisia onychioides, Nilssoniopteris prynadae, Pagiophyllum triangulare, Cephalotaxopsis borealis и Desmiophyllum magnum известны и из вышележащих саламихинской (базальтовой) и вилковской (андезетовой) толщ. По имеющимся сейчас в нашем распоряжении данным, можно думать, что флористические комплексы названных выше стратиграфических единиц... соответствуют одному этапу развития флоры и могут быть включены в буор-кемюсскую стратофлору...» (Самылина, 1976, с. 109).

Из приведённой цитаты следует, что В.А. Самылина изучила не только остатки растений, указанные в работе Белого (1977), но и какой-то дополнительный материал. К сожалению, списков в своей работе она не приводит, а коллекции, скорее всего, утрачены. Если согласиться с мнением этого исследователя, то верхняя часть слоев с буор-кемюсской флорой оказывается на одном стратиграфическом уровне с туронскими аммонитами и двустворками, а также волчинским флористическим комплексом совсем иного систематического состава.

Слои с остатками буор-кемюсской флоры широко распространены как на Северо-Востоке России, так и на Северной Аляске (Самылина, 1976; Герман, 2011; Spicer, Herman, 2001). Возраст их в решениях Третьего МРСС определен как ранний-средний альб, т. е. более древний, чем возраст гребенкинских слоев (Решения..., 2009) (рис. 1Б). Если это действительно так, то кривореченская свита должна залегать выше толщи вулканитов среднего состава, которую называют «вилковской» или «нижней толщей верхнего мела», чего не наблюдается (Государственная..., 1977).

Как уже отмечалось, с юго-востока к северной части ОЧВП примыкает Пенжинский прогиб (рис. 1), заполненный терригенными накоплениями, в том числе флороносными отложениями кривореченской свиты. Из них происходят остатки растений гребенкинской флоры, надежно датированные концом альба – началом турона по остаткам морских моллюсков и пыльцы, а также палеомагнитным методом (Щепетов и др., 1992; Ложкина,

Щепетов, 1994). При этом флороносные отложения изобилуют туфогенным материалом, который позволил их датировать еще и $^{40}Ar/^{39}Ar$ методом (Spicer et al., 2002). Анализ по двум индивидуальным зернам биотита из двух образцов туфа Елисеевского обнажения дал возраст 96,5 млн лет. Нет сомнения, что источник этого материала – это соседний ОЧВП, причем там в это время могли формироваться только вулканиты чимчемемемельской свиты, салмихинской и ильгувеемской толщ. Две последние являются, по сути, разными названиями одного и того же стратифицированного геологического тела (рис. 38, 39). Все остальные вулканогенные образования значительно моложе.

На западе Северной Аляски первые маломощные прослои бентонитов установлены в альбских отложениях. Более мощные слои туфогенных пород известны в верхнемеловых отложениях, особенно их много в сеномане. Такая картина наблюдается и в более восточных частях данного региона (Brosgé, Whittington, 1966; Kelley et al., 1999). Туфовый материал, давший начало бентонитовым слоям, попал на Северную Аляску из ОЧВП, поскольку иного источника пирокластики в этой части земного шара в то время просто не было. Распространение пирокластики к востоку – все дальше от источника – свидетельствует об усилении вулканической активности в сеномане (Kelley et al., 1999).

Саламихинскую толщу подстилают чимчемемельская и айнахкургенская свиты. В нижней части последней содержатся остатки фауны ауцелл аптского или, скорее всего, позднеаптского возраста (Паракецов, Паракецова, 1989; Решения..., 2009). В верхней части айнахкургенской свиты (за пределами района, показанного на рис. 7) и в отложениях чимчимемельской свиты содержатся представительные комплексы остатков растений буор-кемюсской флоры (Самылина, 1976; Решения..., 1978; 2009). Эти образования, конечно, также являются буор-кемюсскими слоями, а точнее, их нижней частью.

Таким образом, наиболее вероятным нам представляется, что криворечeнская свита, включающая остатки растений гребенкинской флоры, располагается на одном стратиграфическом уровне с вулканитами саламихинской толщи, содержащими остатки растений буор-кемюсской флоры. Скорее всего, две эти флоры существовали близко-одновременно в масштабе геологического времени. При этом криворечeнская свита представляет собой именно отложения прибрежно-морских низменностей Пенжинского прогиба, граничащего с ОЧВП.

2.1.2. Восточная Чукотка

Здесь наблюдается обычная гомодромная последовательность вулканических накоплений ОЧВП: в основании залегают вулканиты среднего состава и вулканогенно-осадочные накопления, затем следует толща вулканитов кислого состава, она сменяется преимущественно пироксеновыми андезибазальтами и андезитами, их перекрывает еще одна толща кислых вулканитов, и венчают разрез преимущественно оливиновые базальты. (рис. 40). Правда, на значительной части территории эта последовательность неполна – часть толщ выпадает из разреза (рис. 41). Нижняя в разрезе толща вулканитов среднего состава в районе залива Креста и на правобережье р. Амгуэма при составлении среднемасштабных геологических карт была выделена как этелькуюмская свита. В дальнейшем эта свита была упразднена, а ее отложения отнесены к другим стратонам и, в частности, к нырвакинотской толще (Решения..., 1978).

Первой публикацией о меловой флоре Восточной Чукотки, вероятно, является статья В.Ф. Белого и его соавторов (Белый и др., 1965). В более поздней работе для района залива Креста и среднего течения р. Амгуэма Белый (1977) приводит близкий комплекс растений, который, по его мнению (и, вероятно, мнению В.А. Самылиной), имеет несомненное сходство с буор-кемюсской «стратофлорой». Остатки растений происходят из вулканогенно-осадочных образований нижней части разреза этелькуюмской свиты.

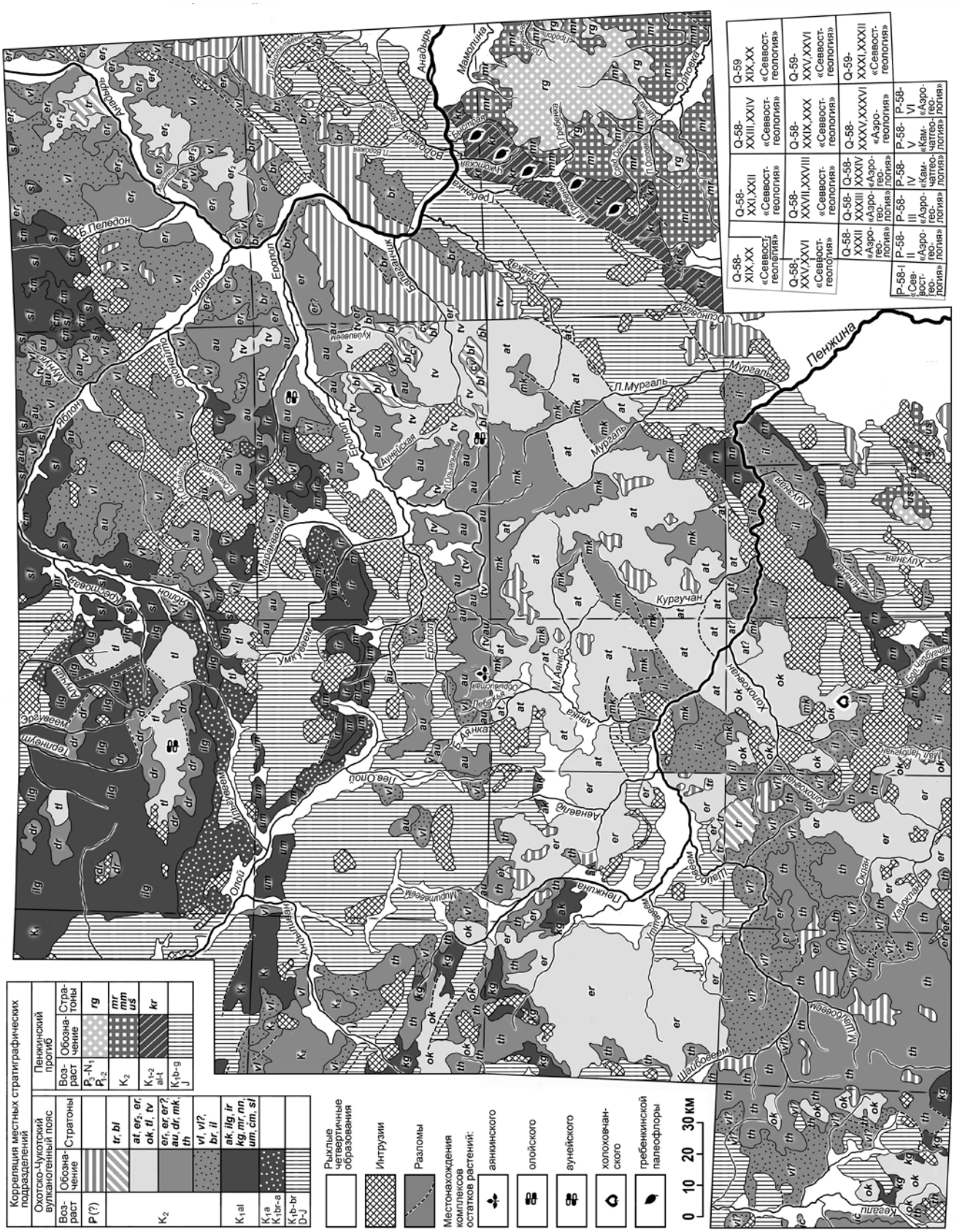


Рис. 38. Схема распространения меловых образований в междуречье верховьев рек Пенжина, Олой и среднего течения р. Анадырь по данным государственных геологических карт масштаба 1:200 000

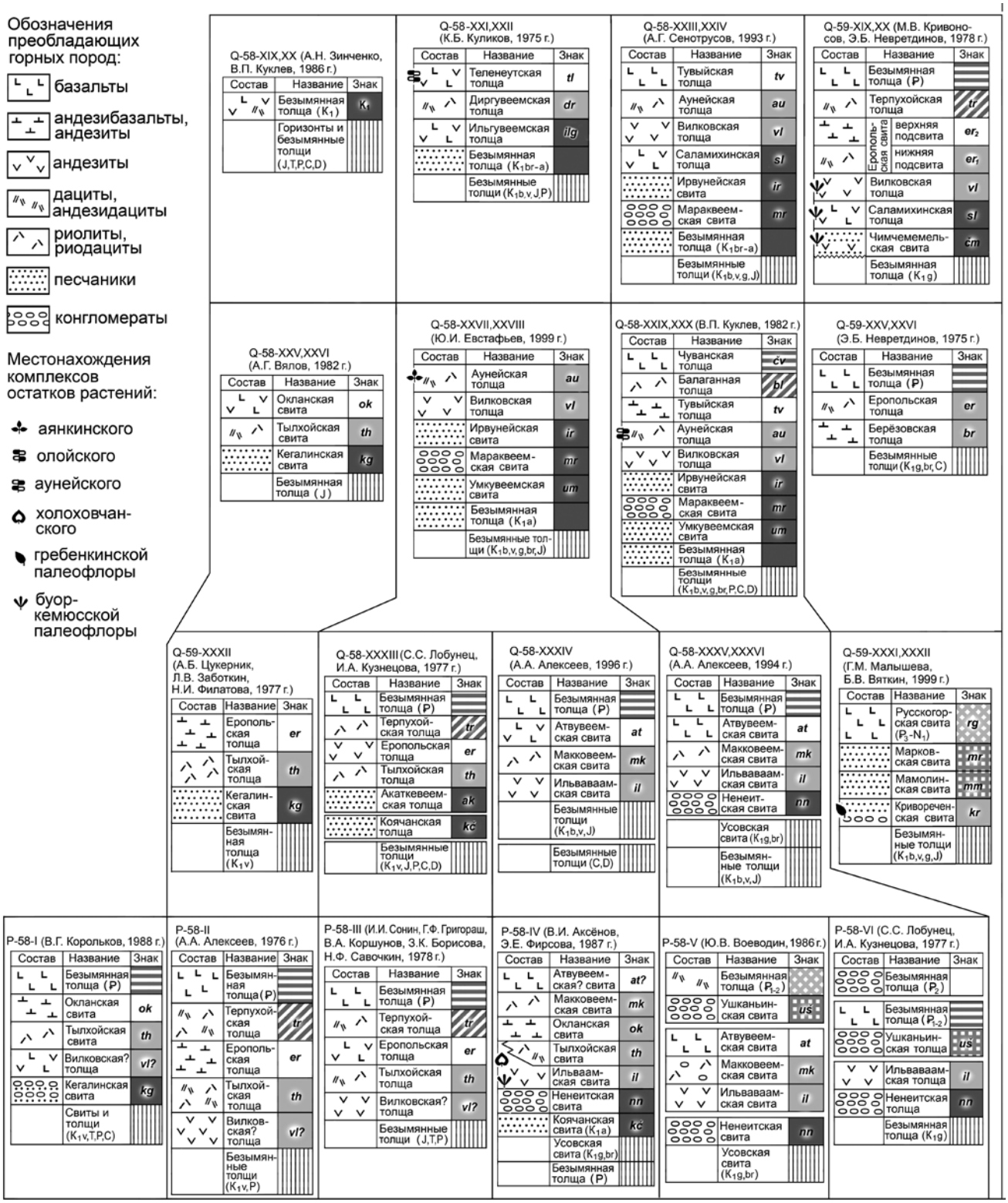


Рис. 39. Стратиграфические колонки меловых образований в междуречье верховьев рек Пенжина, Олой и среднего течения р. Анадырь

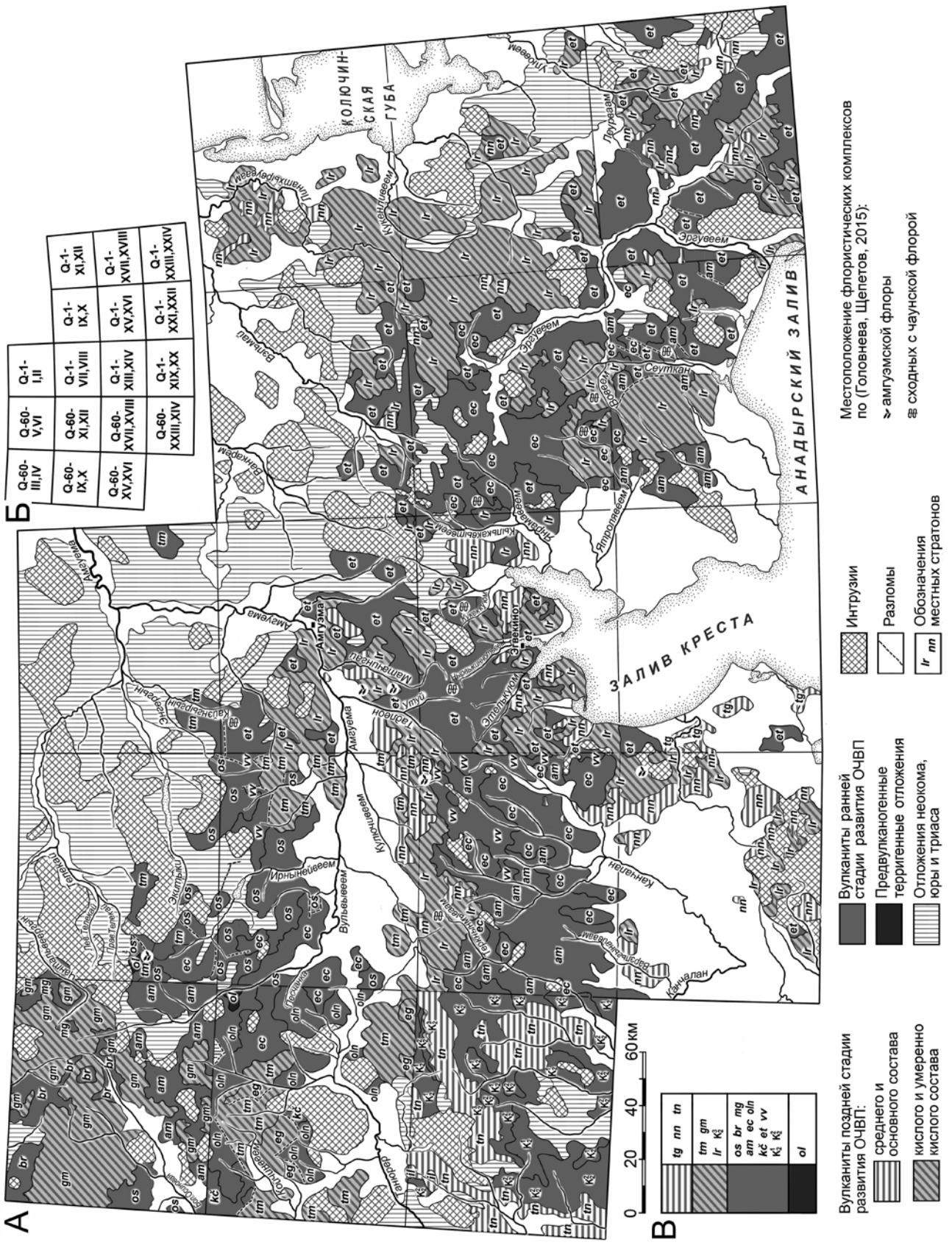


Рис. 40. Распространение альбских–позднемеловых отложений на Восточной Чукотке по данным государственных геологических карт масштаба 1: 200 000 (А), разграфка листов (Б) и стратиграфическая последовательность меловых толщ и свит (В)

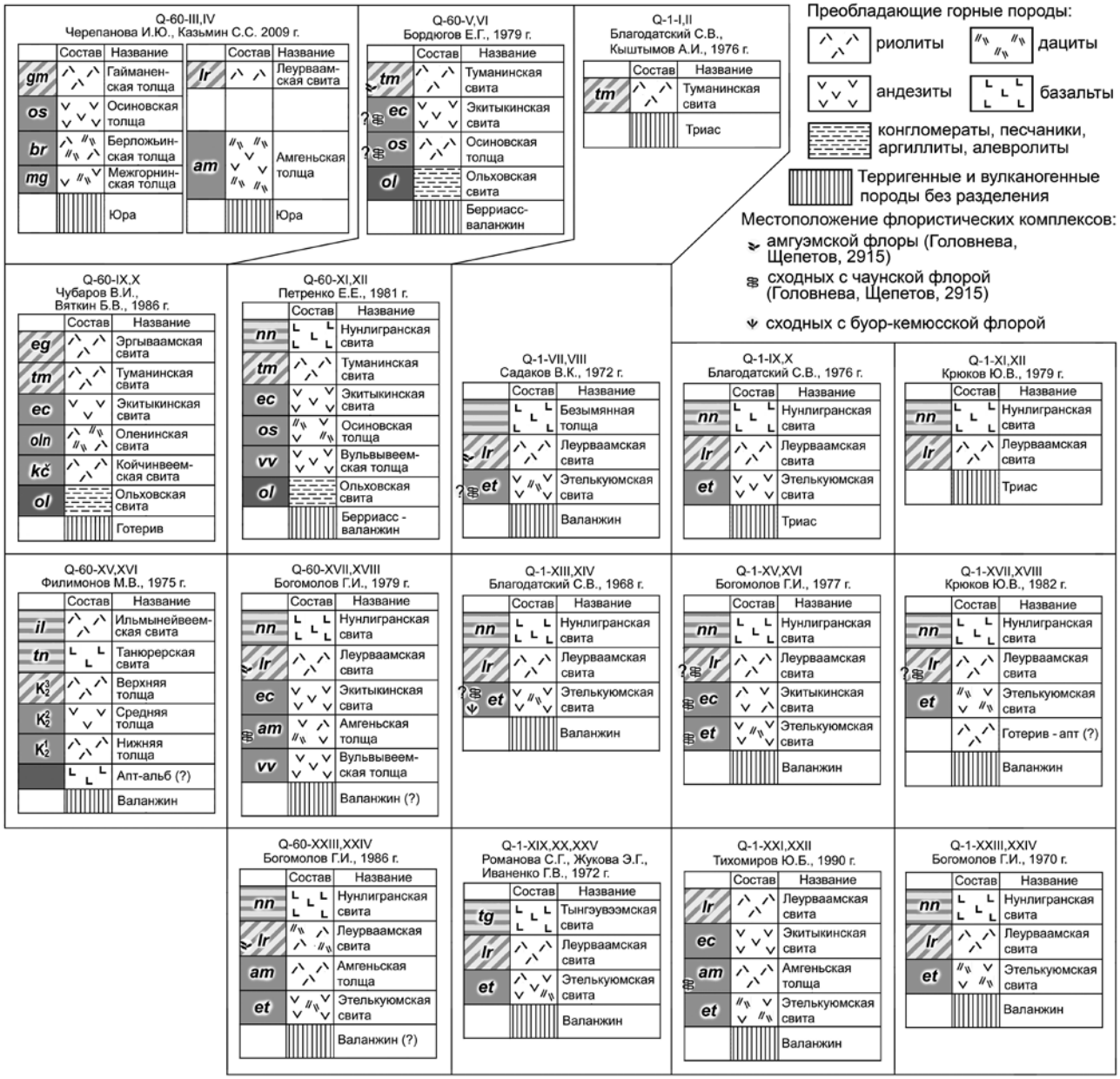


Рис. 41. Стратиграфические колонки альбских – позднемеловых накоплений на Восточной Чукотке

Они замещаются в латеральном направлении и перекрываются вулканитами среднего состава.

Самылина (1976, с. 110–111) приводит следующие данные: «Довольно богатый флористический комплекс собран в 1969 г. З.П. Потаповой и С.Н. Колобашкиным в районе залива Креста (п-ов Амгень и бассейн р. Матачингай) в пачке алевролитов и песчаников, зажатых среди вулканогенных отложений. Отсюда мной определены Equisetites ramosus Samyl., Equisetites sp., Birisia alata (Pryn.) Samyl., B. onychioides (Vassilevsk. et Kara-Mursa) Samyl., Arctopteris rarinervis Samyl., Sphenopteris sp. cf. Coniopteris ketovae Vassilevsk., Sphenopteris sp., Nilssonia sp., Anomozamites aff. arcticus Vassilevsk., Williamsonia sp., Heilungia oloensis Samyl. et Philipp., H. tchuktchorum Samyl. et Philipp., Taeniopteris lundgreni Nath., Ginkgo ex gr. adiantoides (Ung.) Heer, Sphenobaiera ex gr. longifolia (Pom.) Florin, Eretmophyllum cf. glandulosum (Samyl.) Krassil., Czekanowskia ex gr. rigida Heer, Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer, Ph. ex gr. speciosa Heer, Leptostrobus marginatus Samyl., Podozamites ex gr. eichwaldii Schimp., P. ex gr. lanceolatus (Lindl. et Hutt.) F. Braun, Pagiophyllum triangulare Pryn., Elatocladus man-

churica (Yok.) Yabe, Cephalotaxopsis borealis Samyl., C. cf. intermedia Holl., Cephalotaxopsis sp., Pityophyllum ex gr. nordenskioldii (Heer) Nath., Athrotaxites sp., Parataxodium sp., Desmiophyllum magnum (Samyl.) Samyl., Desmiophyllum sp., Carpolithes sp., Thallites sp. Этот комплекс также может быть уверенно отнесен к буор-кемюсской стратофлоре. Аналогичная флора была определена А.Ф. Ефимовой по сборам С.В. Благодатского из вулканогенно-осадочных образований к северу от залива Креста (Белый и др., 1965)...».

Самылина (1976) не указывает, из какого стратона происходят растительные остатки. Однако коллекция, определенная ею, хранится в лаборатории палеоботаники Ботанического института (БИН) РАН (г. Санкт-Петербург) под № 3020. При образцах сохранились почти все этикетки, составленные коллекторами, что позволяет уточнить привязку. Сборы проводились в двух точках: на полуострове Амгень в бассейне р. Пийкун (название стратона не указано) и из уэленской свиты на р. Матачингай в месте впадения руч. Клад. Ни на одной из доступных нам карт этот ручей обнаружить не удалось, как и стратона «уэленская свита», однако на р. Пийкун места сборов остатков растений легко опознаются: на государственной геологической карте масштаба 1:200 000 (лист Q-1-XII, XIV), составленной С.В. Благодатским, флороносные отложения отнесены к этелькуюмской свите, которая включает здесь осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования среднего состава.

Северо-западнее этого района, на листе Q-60-XI, XII, по данным Е.Е. Петренко (Государственная..., 1982), на морских отложениях берриаса и валанжина с угловым несогласием залегает осадочная ольховская свита. В верховьях р. Бол. Покыткынваам в ее отложениях обнаружены Equisetites sp., Coniopteris setacea (Pryn.) Vachr., Cladophlebis ex gr. williamsonii (Brongn.) Brongn., Arctopteris sp. indet., Heilungia sp., Carpolithes sp., Pityophyllum nordenskioldii (Heer) Nath. В двух других обнажениях установлены Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer, Heilungia oloensis Samyl. et Philipp., Taeniopteris sp., Ctenis sp. По заключению Г.Г. Филипповой (Государственная..., 1982), данные растительные остатки сопоставимы с таковыми из буор-кемюсской свиты альбского возраста.

Можно констатировать, что все известные к концу 70-х годов XX века раннемеловые комплексы растений происходят главным образом из отложений этелькуюмской свиты и, в меньшей степени, ольховской свиты.

В 1987–1988 гг. В.В. Романовой и Н.И. Романовым составлена опорная легенда Эгвекинотской серии листов Госгеолкарты-50, включающей и район залива Креста. Легенда обобщила результаты геологических съемок масштаба 1:50 000 и тематических работ. В 1992–1993 гг. было проведено геологическое доизучение масштаба 1:200 000 площади листа Q-1-XIII, XIV, включающее дополнительное изучение опорных разрезов стратиграфических подразделений. В результате Романова и Романов составили на эту территорию «Госгеолкарту-200 второго издания» (Санкт-Петербург, 1999 г.) (рис. 42).

На новой карте стратон «этелькуюмская свита» не фигурирует. Ранее относимые к нему образования включены В.В. и Н.И. Романовыми в состав следующих стратиграфических подразделений (снизу вверх):

1. Ольховская свита – конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты. Мощность 1100 м.

2. Нырвакинотская толща – роговообманковые туфы андезитов, андезиты, кварцевые латиты, реже дациандезиты и их туфы, туфоконгломераты, туфогравелиты, туфопесчаники, туфоалевролиты. Мощность 1100 м.

3. Амгеньская толща – игнимбриты и спекшиеся туфы, реже туфы риодацитов, риолитов, трахириолитов и трахидацитов, туффиты, туфопесчаники, туфоалевролиты. Мощность 1500 м.

4. Экитыкинская свита – двупироксеновые андезиты, кварцевые латиты, андезибазальты и их туфы, реже гиперстеновые базальты, туффиты, туфопесчаники, туфогравелиты, туфоалевролиты. Мощность 600 м.

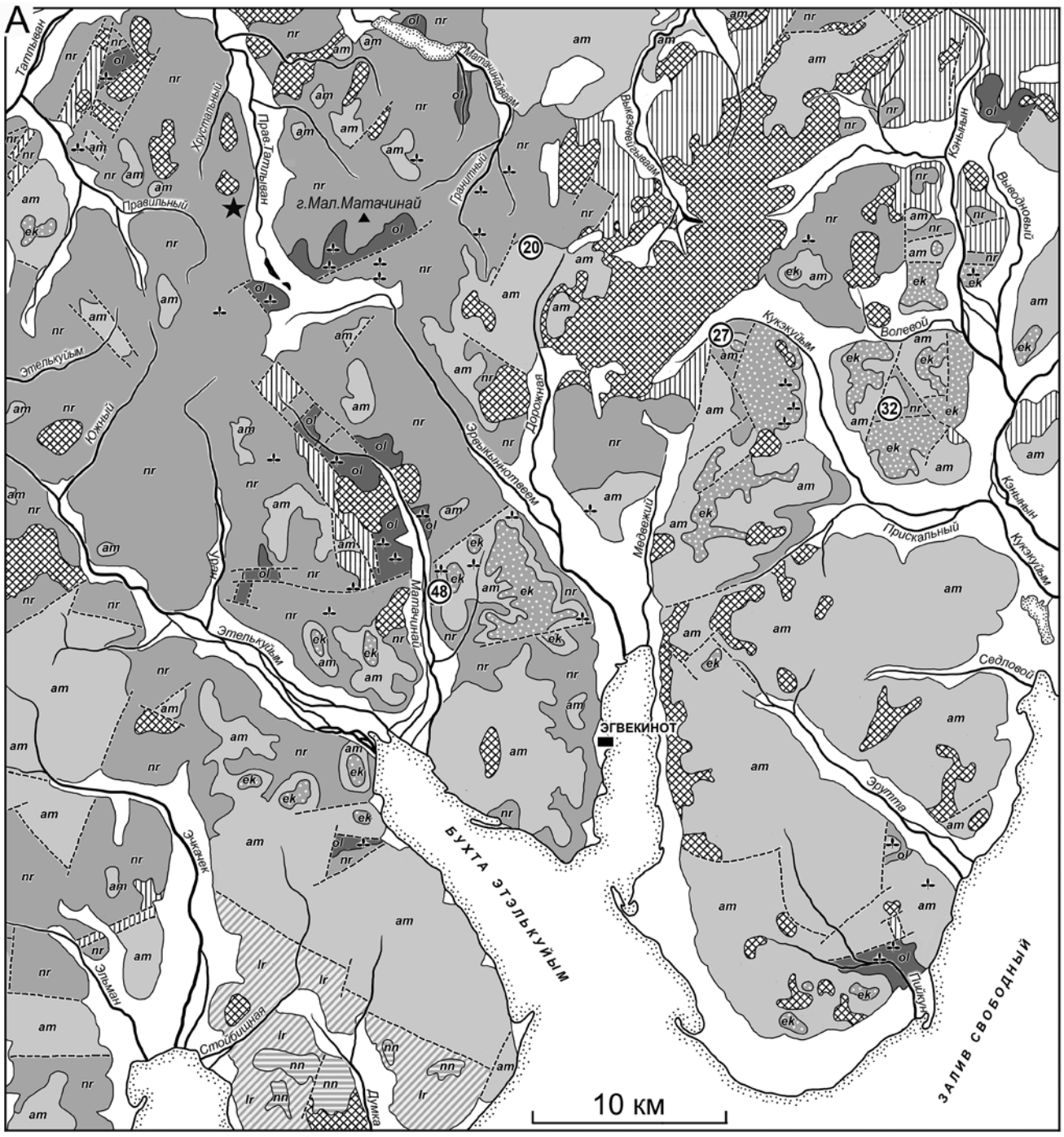


Рис. 42. Схема распространения меловых накоплений в районе залива Креста по данным В.В. Романовой и Н.И. Романова (А) и последовательность местных стратиграфических подразделений по представлениям авторов (Б)

Выше залегает леурваамская свита вулканитов кислого и умеренно кислого состава. Венчают меловой разрез района оливиновые базальты нунлигранской свиты.

Как уже отмечалось, В.Ф. Белый и В.А. Самылина, вслед за автором первого издания Госгеолкарты-200 С.В. Благодатским, считали терригенные и вулканогенные породы нижней части этелькуюмской свиты фациями и не относили их к разным стратиграфическим уровням. Растительные остатки из тех и других рассматривались совместно и сопоставлялись с буор-кемюсской флорой (Белый и др., 1965; Самылина, 1976; Белый, 1977). Принимая результаты ревизии стратиграфического разреза в районе залива Креста, тафофлоры из нижней части этелькуюмской свиты следует относить к двум разным флористическим комплексам. В частности, остатки растений, определенные Самылиной (1976) с полуострова Амгень, происходят из ольховской свиты, так как, по данным В.В. и Н.И. Романовых, только флороносные отложения этой свиты развиты в бассейне р. Пийкун.

Следует отметить, что во многих случаях соотношения осадочных отложений ольховской свиты и вулканитов нырвакинотской толщи, показанные на карте В.В. и Н.И. Романовых, кажутся неоднозначными. Авторы карты отмечают, что в двух обнажениях было описано угловое и даже азимутальное несогласие между ольховской свитой и нырвакинотской толщей. Однако толщи сложены разными породами, и механизм их формирования был не одинаков. Наверное, поэтому нам ни разу не приходилось наблюдать самим или встречать в пределах ОЧВП описания согласного залегания вулканогенной толщи на осадочной – контакт всегда в той или иной мере несогласный.

При внимательном изучении рисовки границ на карте В.В. и Н.И. Романовых складывается впечатление, что осадочные породы залегают стратиграфически ниже амфиболовых андезитов, на одном с ними уровне или выше их, то есть имеет место обычное переслаивание и фациальное замещение. Однако в соответствии с принятой легендой осадочные породы должны располагаться только стратиграфически ниже андезитов, и авторам карты пришлось нарисовать множество разломов, часто никак не выраженных в рельефе. По ним блоки горных пород были подняты или опущены на десятки и сотни метров.

Наиболее яркий пример такого «стратиграфического» разлома имеет место на юго-юго-восточном склоне г. Мал. Матачинай (верховья р. Прав. Татлыван (Тадлеоан)). Верхняя часть горы сложена субгоризонтально залегающими андезитами нырвакинотской толщи. Ниже по склонам выходят осадочные породы ольховской свиты. Еще ниже по склону вновь появляются туфы и лавы нырвакинотской толщи, которые опущены сюда по разлому северо-восточного направления. Этот разлом с вертикальным смещением как минимум на 200–300 м проходит поперек относительно пологой части склона, не создавая на нем даже уступа, он вкрест пересекает распадки и ручьи, которые его как бы «не замечают». То, что этот гипотетический разлом никак не выражен в современном рельефе, вызовет серьезные сомнения любого геолога-съемщика в том, что он действительно есть. Немного юго-западнее, на другом берегу оз. Резервное, возвышается одиноко стоящая сопка, сложенная осадочными породами. Чтобы они не нарушали принятую последовательность отложений, авторам карты пришлось «вырезать» сопку разломами, по которым блок пород был поднят как минимум на 250 м. Отметим, что на геологической карте, составленной С.В. Благодатским, большинства этих разломов нет, а границы между терригенными и вулканогенными образованиями показаны как фациальные переходы.

Для амгеньской толщи на территории Эгвекинотской серии листов Г.Г. Филиппова (1997) приводит списки ископаемых растений из нескольких местонахождений. Среди этих растений присутствует хвойное Metasequoia и значительное количество остатков листьев покрытосеменных, в том числе Quereuxia. Казалось бы, такой состав флористических комплексов свидетельствует о том, что вмещающие отложения значительно моложе подстилающих образований нырвакинотской толщи, в которых не встречено ни одного

отпечатка покрытосеменных, и между этими стратонами следует предполагать стратиграфический перерыв. Однако по данным В.В. и Н.И. Романовых амгеньская толща согласно залегает на нырвакинотской, что было зафиксировано в четырех опорных обнажениях (рис. 42). В двух из них – № 27 и 48 – предыдущие исследователи не отмечали смены толщ и все накопления относили к этелькуюмской свите. В обнажениях № 20 и 32 в соответствии с рисовкой карты С.В. Благодатского представлен контакт этелькуюмской и леурваамской свит, причем в обнажении № 20 В.В. и Н.И. Романовы отмечают даже грубо волнистую поверхность размыва нижележащей толщи.

Как уже отмечалось, в настоящее время существуют две основные точки зрения на механизм формирования толщ субаэральных вулканитов ОЧВП. Согласно одной из них (Лебедев, 1987; Щепетов, 1995; Головнёва, 2014), толщи отражают условия осадконакопления на вулканических плато, бронировавших верхний ярус рельефа. Согласно другой (Щепетов, Нешатаева, 2019), сохранившиеся в разрезах вулканиты заполняли центральные части вулканоструктур оседания и не образовывали высокогорного рельефа. Так или иначе, накопление вулканического материала и его эрозия происходили одновременно. В разрезах вулканогенных толщ стратификация обычно выражается сменой структуры и текстуры пород, вариациями их состава. Границы между такими «слоями» иногда имеют признаки локального размыва – следы перерыва между извержениями или сериями извержений ближайших вулканов. Судя по тому, что часть вулканитов амгеньской толщи первоначально рассматривалась вместе с накоплениями нырвакинотской толщи в составе одной – этелькуюмской – свиты, границу между ними первые исследователи восприняли именно как внутреннюю, локальную, не имеющую серьезного значения в строении разреза.

К изложенному выше можно добавить, что, по данным Г.И. Богомолова (Государственная..., 1983), восточнее рассматриваемой территории, на листе Q-1-XV, XVI, в разрезах этелькуюмской свиты наблюдается переслаивание осадочных пород не только с вулканитами среднего состава, но и с дацитами и риодацитами, а также переслаивание андезитов и дацитов.

Мы полагаем, что имеющиеся стратиграфические и картографические данные позволяют обсуждать правомерность отнесения образований, ранее выделявшихся как этелькуюмская свита, к четырем самостоятельным местным стратонам. Наблюдаемые структурные взаимоотношения геологических тел дают основания для вывода об отсутствии значительного перерыва, разделяющего формирование главных компонентов разреза бывшей этелькуюмской свиты.

В своих работах Г.Г. Филиппова (1997, 2001) не анализирует палеофлору ольховской свиты, а лишь отмечает: «Ольховская свита содержит богатый комплекс растительных остатков, близкий по составу буоркемюсскому флористическому комплексу...» (Филиппова, 2001, с. 96). Из накоплений нырвакинотской толщи она приводит следующий список растений: Coniopteris sp., Tchucotopteris ustinovii Vassilevsk., Asplenium cf. dicksonianum Heer, Cladophlebis sp., Taeniopteris aff. rhytidorahis Krysht., Taeniopteris sp. (много), Ginkgo ex gr. lepida Heer, Sphenobaiera sp., Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer, Desmiophyllum sp., Cephalotaxopsis (Taxites) magnifolia Font., C. microphylla Holl., Sequoia fastigiata (Sternb.) Heer, Elatocladus sp., Torreya gracillima (Holl.) Krysht. et Baik., Araucarites anadyrensis Kryst., Podozamites gramineus Heer, P. eichwaldii Schimp., Parataxodium sp., Pityophyllum nordenskioldii (Heer) Nathorst. Остатки этих растений были собраны В.П. Аркавым и А.В. Кукановым из четырех различных местонахождений, так что их совокупность по принятой нами терминологии следует считать палеофлорой.

В составе этой нырвакинотской флоры «по разнообразию родов доминируют хвойные позднемелового облика (Cephalotaxopsis, Sequoia, Torreya, Araucarites, Parataxodium), представители древних мезозойских форм имеют подчиненное положение (Sphenobaiera, Desmiophyllum, Podozamites, Pityophyllum)...» (Филиппова, 1997, с. 18). Далее Г.Г. Филип-

пова (1997) отмечает, что папоротник Tchucotopteris ustinovii Vassilevsk. ранее она определяла как Birisia cf. onychioides (Vassikevsk. et K.-M.) Samyl. или Birisia alata Samyl.

«Как показал анализ растительных остатков из отложений нырвакинотской толщи, папоротники, цикадофиты и некоторые виды хвойных по морфологии листьев ближе стоят к палеофлорам из буоркемюсского горизонта (альб), а большинство облиственных побегов хвойных широко распространено в верхнемеловых отложениях Сибирско-Канадской палеофлористической области. Возраст нырвакинотского флористического комплекса определяется поздним альбом-сеноманом...» (Филиппова, 1997, с. 18).

Отметим, что, несмотря на позднемеловой, по мнению Г.Г. Филипповой, облик хвойных, род Cephalotaxopsis совершенно обычен для буор-кемюсских тафофлор Северо-Востока Азии. Остатки представителей родов Sequoia и Parataxodium встречаются в отложениях омсукчанской серии и буор-кемюсской свиты (Самылина, 1976). Представители родов Torreya и Araucarites в буор-кемюсских тафофлорах действительно не отмечены, однако не следует забывать, что речь идет не о реальных родах, а о морфологических типах побегов, к ним относимых. Поэтому нельзя исключать, что подобные побеги в буор-кемюсских комплексах просто определены иначе – например, как Elatocladus. Кроме того, род Araucarites входит в состав «нижней» тафофлоры района Как-Каолак Северной Аляски. Эта флора относится к этапу развития Какповрак, который достаточно надежно коррелируется с буор-кемюсским этапом развития палеофлоры Северо-Востока Азии (Герман, 2011; Herman, 2013).

В материалах В.В. и Н.И. Романовых приведены списки ископаемых растений из образований, которые ранее включались в состав этелькуюмской свиты. Эти списки, конечно, нельзя воспринимать буквально – в них, вероятно, собраны определения разных авторов, сделанные в разные годы. В накоплениях ОЧВП фитолеймы на отпечатках растений обычно не сохраняются, так что определения были сделаны только по морфологическим признакам ископаемых растений. Вряд ли в нижней части разреза «этелькуюмской свиты» может содержаться сразу по шесть видов Ginkgo и Sphenobaiera и тем более восемь видов Cephalotaxopsis. Тем не менее мы полагаем, что списочные составы растений ольховской свиты и нырвакинотской толщи не имеют признаков существенной разновозрастности. Каждый из них, взятый сам по себе, может быть достаточно уверенно отнесен к буор-кемюсской флоре.

«Флористический комплекс из амгеньской толщи включает около 30 видов ископаемых растений, собранных... в Вульвывеемской подзоне и на северном побережье залива Креста... В его составе присутствуют почти все таксоны, установленные в отложениях нырвакинотской толщи, а также хвойные Elatocladus smittiana (Heer) Sew., E. cf. zheltovskii Philipp., Elatocladus sp., Sequoia ambigua Heer, S. obovata Knowlt., S. reichenbachii (Gein.) Heer, Sequoia sp., единичные отпечатки папоротников Sphenopteris sp., Tchaunia tchaunensis Samyl. et Philipp., Tchaunia sp., Sagenopteris sp., редкие находки покрытосеменных. Последние собраны В.П. Аркавым из стратотипического разреза толщи в бассейне р. Матачингай и представлены Trochodendroides cf. richardsonii (Heer) Kryst., Protophyllum aff. ignatianum Krysht. et Baik., Grewiopsis sp., Dicotylophyllum sp... В отложениях амгеньской толщи... на рр. Вульвывеем и Телеакай наряду с разнообразными хвойными присутствуют покрытосеменные Trochodendroides sp., Menispermites sp., Quereuxia angulata (Newb.) Krysht., Quereuxia sp...» (Филиппова, 1997, с. 18). В амгеньской толще присутствуют и остатки Metasequoia, но, по-видимому, встречаются они редко. На рассматриваемой территории Г.Г. Филиппова (1997) указывает присутствие этого хвойного лишь в одном захоронении – на руч. Медвежий.

«Таким образом, появление в составе амгеньского комплекса родов Metasequoia, Paraprotophyllum, Grewiopsis и Queureuxia свидетельствуют о следующем за нырвакинотским этапе развития наземной растительности на территории Восточной Чукотки (турон)...» (Филиппова, 1997, с. 19). Таксономический состав растений амгеньского комплек-

Рис. 43. Соотношение и возраст меловых флороносных толщ в районе залива Креста

са позволяет нам согласиться с выводом Г.Г. Филипповой. Этот «следующий этап» в пределах ОЧВП мы называем арманским и датируем туроном-коньяком (Herman et al., 2016) (рис. 43). В это время на Северо-Востоке России существовали арманская, чинганджинская, пенжинская, кайваямская и ряд других флор (Герман, 2011; Щепетов, Герман, 2019).

Можно констатировать, что на Восточной Чукотке в пределах одного стратона – ныне упраздненной (Решения..., 2009) этелькуюмской свиты – оказались проявлены два этапа развития меловой флоры Северо-Востока Азии: буор-кемюсский и арманский. Признаков сколько-нибудь значительного перерыва между породами, вмещающими остатки растений этих этапов, не наблюдается. При этом из дацитовых туфов нырвакинотской толщи на побережье залива Креста П.Л. Тихомировым была получена U-Pb датировка 88,1 ±1,2 млн лет, что соответствует коньякскому веку (Tikhomirov et al., 2012; Щепетов и др., в печати).

Учитывая изложенное выше, наиболее вероятным нам представляется, что мезофитная буор-кемюсская флора (по крайней мере, в пределах Восточно-Чукотского сегмента ОЧВП) существовала в альбе, сеномане, туроне и даже, возможно, начале коньяка. За это время в нескольких сотнях километров к юго-западу приморские низменности Пенжинского прогиба были заселены гребенкинской флорой, в которой доминировали покрытосеменные растения. В туроне она уступила место пенжинской флоре, в составе которой обильно представлены крупнолистные платанообразные.

Для буор-кемюсской флоры характерно обилие и разнообразие папоротников и хвойных, по количеству отпечатков в местонахождениях преобладают папоротники, гинкговые, цикадофиты и облиственные побеги хвойных (Самылина, 1974, 1976). Покрытосеменные в буор-кемюсской флоре редки и малочисленны, во многих тафофлорах они не обнаружены вовсе. В гребенкинской флоре, напротив, покрытосеменные растения решительно доминируют по разнообразию и частоте встречаемости отпечатков, они составляют, как правило, 35–40 % от общего числа видов. Папоротники и хвойные им уступают – примерно по 20–25 % (Герман, 2011). Как могли эти две флоры сосуществовать на протяжении нескольких миллионов лет и не смешиваться?

Выше было показано, что формирование вулканогенного стратифицированного геологического тела – толщи или свиты – возможно лишь в ситуации, когда поступление вул-

канического материала на поверхность будет превышать его снос, когда будет блокирован или сведен к минимуму локализованный сток на значительных пространствах. Вулканиты среднего и умеренно кислого состава, присутствующие в разрезе чимчемемельской свиты, не образовали самостоятельного стратифицированного геологического тела, которое картировалось бы как толща или свита. Вероятно, в результате их размыва и начали формироваться приморские низменности Пенжинского прогиба. Это начало было бурным: нижняя часть разреза криворечeнской свиты в среднем течении р. Анадырь повсеместно представлена очень грубообломочными породами. На следующем – саламихинском – этапе вулканизма рельеф был выровнен и сформировалась относительно выдержанная по простиранию базальтовая толща.

Ранние покрытосеменные растения, скорее всего, были эксплерентами. По-видимому, откуда-то с востока их семенной материал попал на северо-западный берег бассейна Пенжинского прогиба. В конце альба здесь началась стремительная «отсыпка» приморских низменностей. Покрытосеменные растения вместе с сопутствующими им таксонами голосеменных немедленно заселили ювенильные поверхности. Не имея конкурентов, они дали всплеск численности и разнообразия – сформировалась гребенкинская флора. Продвинуться вглубь материка это сообщество не смогло: там на сотни километров простирались безводные поля лав и базальтовой тефры, подобные Толбачинскому Долу на современной Камчатке. Их сформировал «саламихинский» этап вулканизма. На этих полях и за ними – вокруг внутренних бассейнов Айнахкургенской и Чимчемемельской впадин – продолжала существовать буор-кемюсская флора (рис. 14). Продукты наземного вулканизма, вероятно, сыграли роль своеобразной неорганической мульчи. В садоводческой практике мульчируют поверхность между отдельными растениями или группами растений, что препятствует росту сорняков. Здесь же после извержений оказывалась перекрытой поверхность между уцелевшими островками зелени, представленной местными буор-кемюсскими видами. Из таких «рефугиумов» раз за разом начиналось освоение ювенильных поверхностей. Вулканическая «мульча», постоянно подновляясь, препятствовала распространению «сорняков», каковыми в этой ситуации можно назвать покрытосеменные и сопутствующие им группы растений (рис. 44, 45). Возможно, также сказалось и то, что буор-кемюсские растительные сообщества были устоявшимися, хорошо приспособленными для жизни в глубине материка, тогда как гребенкинская флора оказалась адаптирована к существованию лишь в благодатных условиях приморских низменностей.

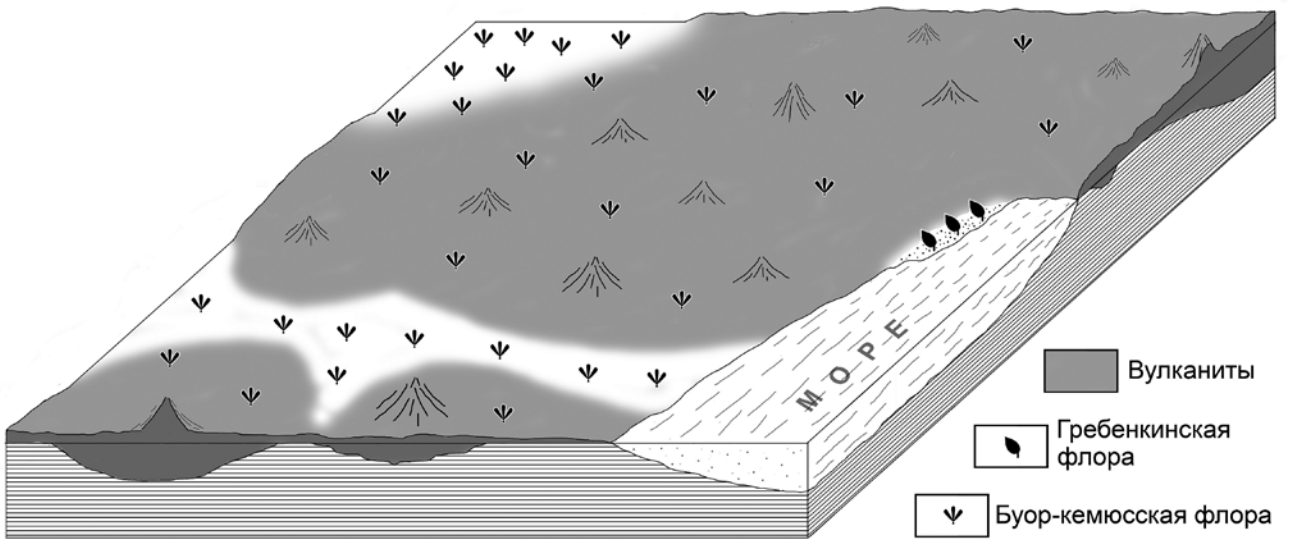


Рис. 44. Схематическая реконструкция распространения флор в альбе – сеномане на северо-востоке ОЧВП

Рис. 45. Мульчирование клумбы в Ботаническом саду БИН РАН

2.2. ТУРОН – КОНЬЯК

Во второй половине турона – начале коньяка за пределами приморских низменностей на Северо-Востоке Азии формируются первые захоронения растительных сообществ с обилием покрытосеменных. Их сохранилось не много: встречнинская, арманская, чинганджинская флоры, холоховчанский и волчинский флористические комплексы, причем местонахождения встречнинской флоры расположены в пределах Момо-Зырянской впадины далеко в глубине материка, а волчинский комплекс – на границе Пенжинского прогиба и ОЧВП (рис. 46).

Участие покрытосеменных значительно и в ульинской флоре из амкинской свиты Ульинского прогиба (рис. 1, 47, 48). Однако, по современным представлениям, она образовалась чуть позже – в коньякском веке (Головнёва, 2013).

2.2.1. Откуда шло расселение покрытосеменных и сопутствующих им групп растений

По современным представлениям, растительные сообщества, в которых доминировали покрытосеменные растения, заселив приморские низменности Анадырско-Корякского субрегиона, стали проникать по нарушенным местообитаниям вдоль речных долин вглубь Азиатского континента (Герман, 2011). Берега рек отличаются нестабильностью благодаря постоянной эрозионной деятельности текущей воды. Первые покрытосеменные, появившиеся в Северной Пацифике в раннем-среднем альбе (в буор-кемюсской флоре), предпочитали нестабильные местообитания речных пойм и дельт крупных рек, где они, вероятно, заселяли вновь образующиеся песчаные косы и прирусловые валы. Способность раннемеловых покрытосеменных (как и, вероятно, их предков и многих из их потомков – рис. 49) колонизовать нестабильные нарушенные местообитания связана с хорошей защищенностью их семезачатков и генерализованным (неспециализированным) способом опыления и распространения семян: эти растения опылялись как ветром, так и насекомыми, а их мно-

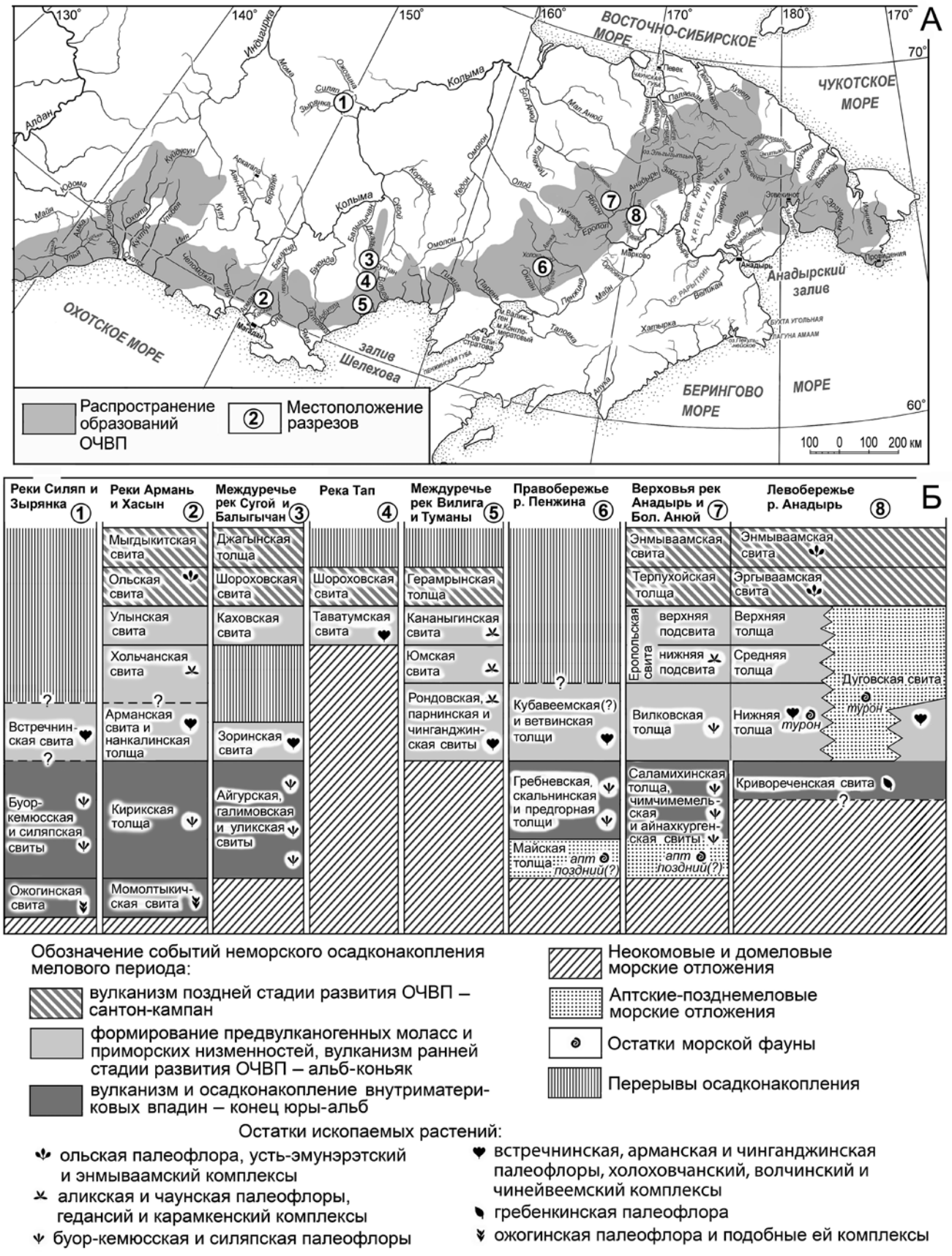


Рис. 46. Захоронения первых растительных сообществ с существенным участием покрытосеменных на Северо-Востоке Азии (А) и их положение в стратиграфических разрезах (Б)

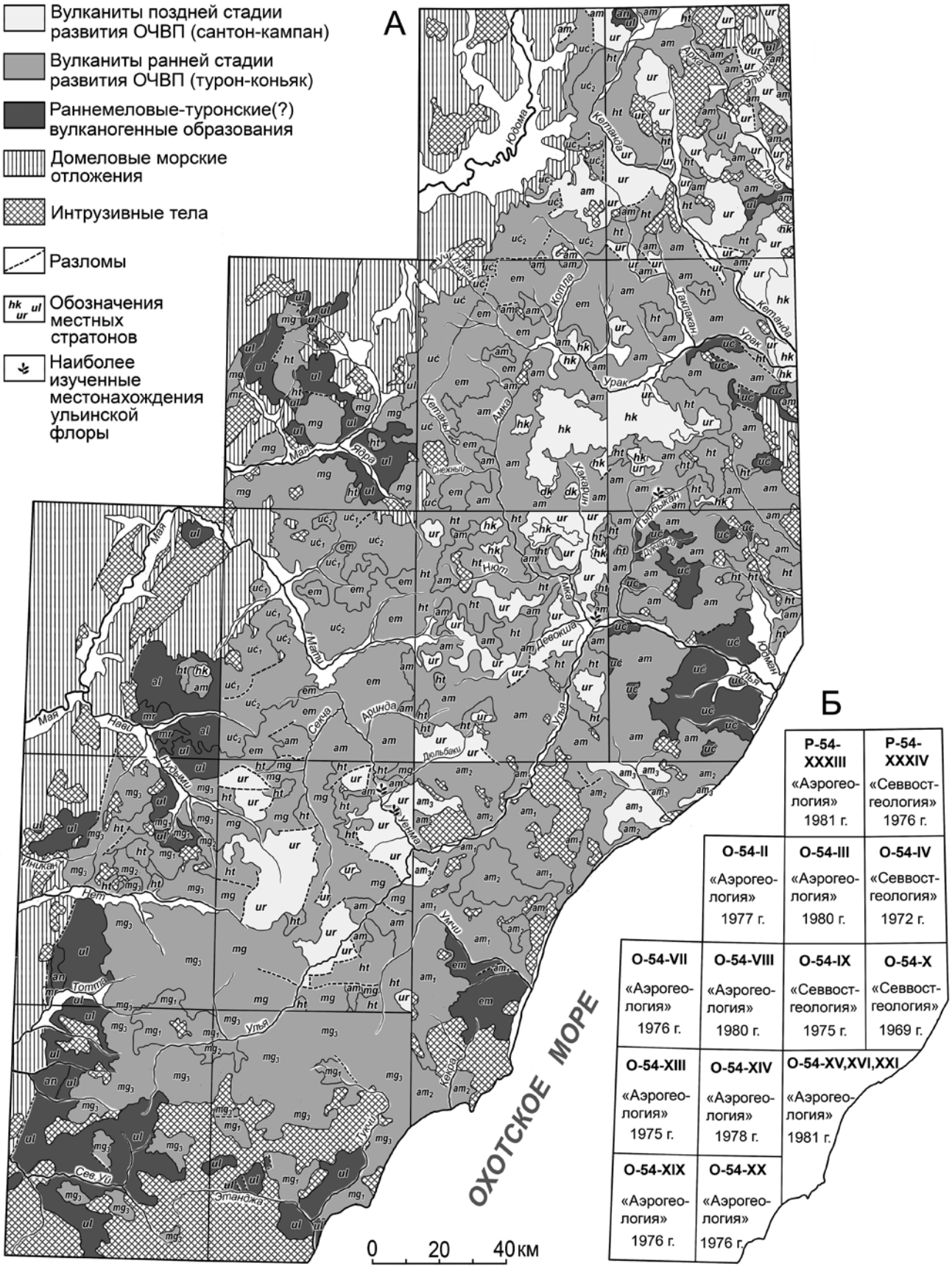


Рис. 47. Схема распространения меловых накоплений в пределах Ульинского прогиба по материалам государственных геологических карт масштаба 1:200 000 (А) и разграфка использованных листов (Б)

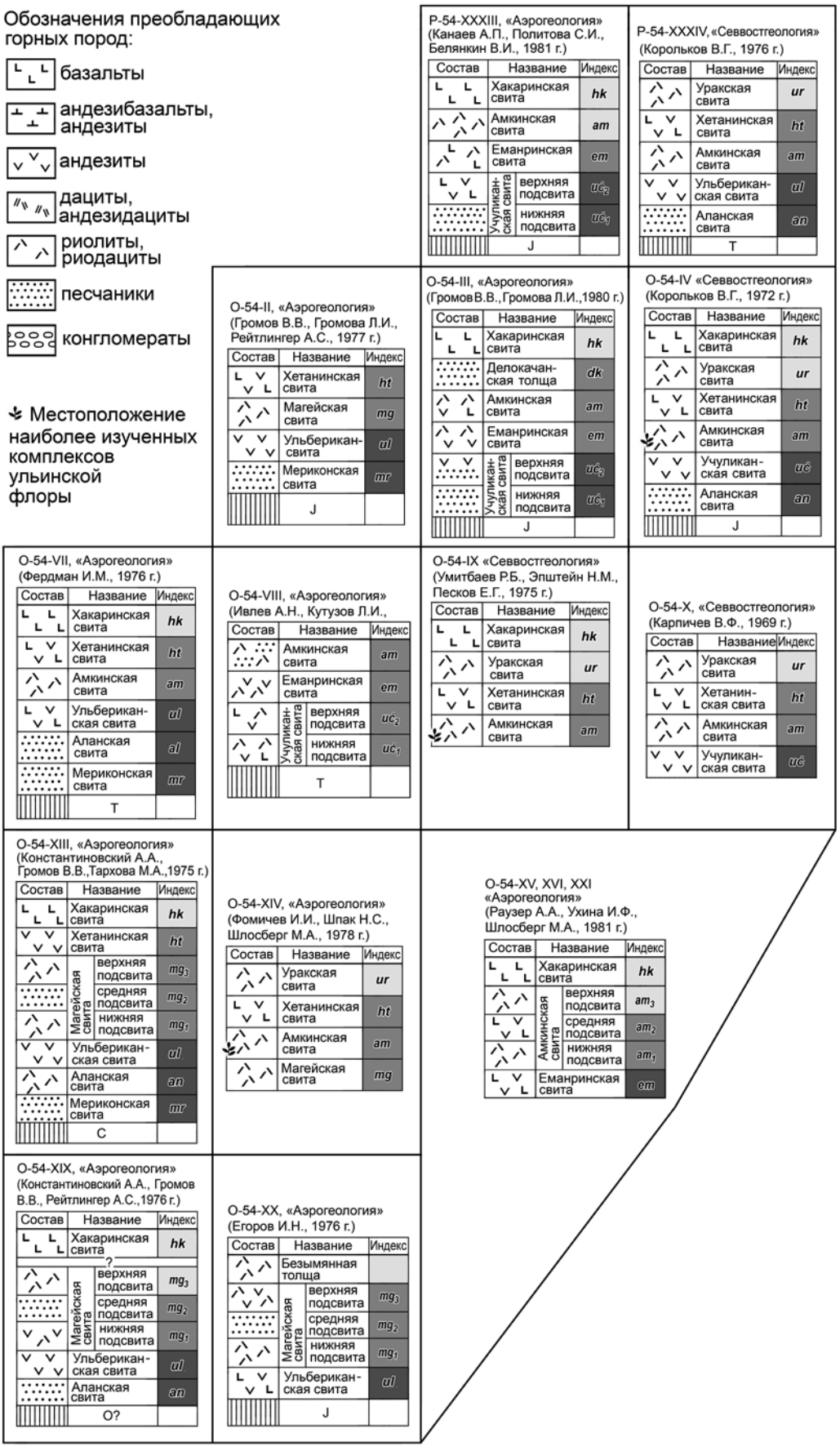


Рис. 48. Местоположение ульинской флоры в стратиграфических разрезах Ульинского прогиба

гочисленные мелкие семена распространялись в основном водой и ветром (Dilcher, 1979, 1995; Retallack, Dilcher, 1981a, 1981b; Красилов, 1967; Krassilov, 1997). Эти черты делали их относительно независимыми от местных животных и растительных сообществ. Благодаря присущему покрытосеменным сокращенному репродуктивному циклу и склонности к неотении (Stebbins, 1974), эти растения были способны давать резкие вспышки численности, что позволяло им быстрее, чем другим растениям, заселять на ранних сукцессионных стадиях нарушенные и новые, еще не занятые растительностью, местообитания прибрежно-морских низменностей (Retallack, Dilcher, 1981a, 1986). Именно такие низменности с хорошо развитой речной сетью в альбе и позднем мелу существовали на территории Анадырско-Корякского субрегиона. Их растительность периодически и достаточно часто уничтожалась морскими трансгрессиями и, в более локальном масштабе, миграциями русел меандрирующих равнинных рек и латеральной эрозией. Эти процессы постоянно поддерживали существование нарушенных местообитаний и создавали при отступании моря и при формировании в процессе миграции русел рек песчано-галечниковых речных кос новые, лишенные растительности поверхности субстрата, которые заселялись покрытосеменными, совместно с некоторыми папоротниками, голосеменными и Equisetites. Очевидно, распространению кайнофитных сообществ, предпочитавших нарушенные местообитания и незаселенные субстраты, в определенной мере способствовали климатические колебания, амплитуда которых в высоких широтах и на возвышенностях могла быть достаточно существенной для того, чтобы нарушать растительность.

В туроне – коньяке растительные сообщества с доминированием покрытосеменных достигли территории Момо-Зырянской впадины на левобережье р. Колыма (около 1000 км от приморских районов) и, вероятно, продвинулись еще дальше, но не сохранились в захоронениях. В это же время (или немного позже) они проникли в окрестности впадины формирующегося Ульинского прогиба, отстоящего от границ приморских низменностей примерно на 1500 км. В обоих случаях путь их пролегал через область вулканизма ОЧВП. При этом ни в туроне, ни в коньяке кайнофитные сообщества не смогли преодолеть 100–200 км вулканических полей, отделявшие их от бассейна вулканического осадконакопления Пегтымельского прогиба, где существовала своеобразная чаунская флора.

Казалось бы, отмеченные особенности ставят под сомнение концепцию А.Б. Германа (2011) об инвазии меловых покрытосеменных с приморских низменностей во внутренние районы Северо-Востока Азии. Альтернатива этим представлениям изложена в решениях Третьего МРСС: «Чинганджинская тафофлора, по-видимому, является продуктом развития местного фитоценоза, произошедшего от топтанской флоры...» (Решения..., 2009, с. 238). На этом же МРСС было признано, что топтанская флора является всего лишь «локальной терминальной тафофлорой» в составе буор-кемюсской флоры (там же, с. 237).

В.А. Самылина (1974, 1976) описала топтанскую «стратофлору» – совокупность растений самостоятельного регионального этапа (по ее мнению) развития флоры Северо-Востока Азии. Растительные остатки топтанской свиты («топтанская флора» по нашей терминологии) – проявление этого этапа, который был переходным между мезофитными и кайнофитными флорами, между буор-кемюсской и арманской «стратофлорами» региона. Других проявлений топтанского этапа больше нигде не установлено. Покрытосеменные здесь еще не доминируют, но уже появляются в заметном количестве. В работе Самылиной (1976) совместно монографически описаны проявления силяпской, буор-кемюсской «стратофлор» из терригенных отложений уликской, галимовской и айгурской свит Балыгычано-Сугойского междуречья (Омсукчанский район Магаданской области), а также топтанская флора из одноименной свиты, залегающей стратиграфически выше (рис. 33).

Всего топтанская флора включает 42 вида растений: Equisetites ex gr. burejensis (Heer) Krysht., Osmunda denticulata Samyl., Birisia alata (Pryn.) Samyl., B. onychioides

Рис. 49. Проникновение тополей по речным нарушенным местообитаниям (косам) в горную местность с преимущественно хвойной растительностью. Тибет, верховья р. Меконг, фото А.Б. Германа, 2019 г.

(Vassilevsk. et Kara-Mursa) Samyl., Onychiopsis psilotoides (Stokes et Webb) Ward, Asplenium dicksonianum Heer, Polypodites polysorus Pryn., Acrostichopteris pluripartita (Font.) Berry, Sphenopteris mclearnii Bell, Nilssonia pilifera Samyl., Ginkgo ex gr. adiantoides (Ung.) Heer, G. nana (Dawson) Bell, Sphenobaiera ex gr. czekanowskiana (Heer) Florin, S. ex gr. pulchella (Heer) Florin, Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer, Podozamites ex gr. eichwaldii Schimp., P. ex gr. minor (Pryn.) Samyl., Elatocladus manchurica (Yok.) Yabe, Cephalotaxopsis sp., Pityophyllum ex gr. nordenskioldii (Heer) Nath., Pityospermum nanseni Nath., Sequoia cf. concinna Heer, Athrotaxopsis grandis Font., Desmiophyllum magnum (Samyl.) Samyl., Cinnamomoides ievlevii Samyl., Lindera jarmoljukii E. Lebed., Nelumbites aff. minimus Vachr., Platanus? sp., Sapindopsis sp., Celastrophyllum oppositifolius Samyl., C. serrulatus Samyl., Sugoia opposita Samyl., Dicotylophyllum sp. 1–4, Ievlevia dorofeevii Samyl., Kenella filatovii Samyl., Carpolites sp. 1–5, Samaropsis cirrifera Samyl. (Самылина, 1976). Они представлены в таблицах I–VI по материалам коллекций № 511, 513, 517, хранящихся в БИН РАН. Определения и номенклатура ископаемых растений приводятся по данным В.А. Самылиной (1976).

Таблица I. Растения «топтанской флоры»

1 – Equisetites ex gr. burejensis (Heer) Krysht., экз. № 517/24 – обрывок корневища с клубеньком.
2–5 – Osmunda denticulata Samyl., неполные перышки:
2 – экз. № 517/111; 3 – то же, ×3;
4 – экз. 517/110; 5 – то же, ×3.
6–9 – Birisia alata (Pryn.) Samyl., неполные листья:
6 – экз. № 511/34a;
7 – то же, деталь ×3;
8 – экз. № 511/34b;
9 – то же, деталь ×3.
10–12 – Birisia onychioides (Vassilevsk. et Kara-Mursa) Samyl.:
10 – обрывки стерильных и фертильных перьев, экз. № 517/25;
11 – то же, деталь ×3;
12 – неполный лист, экз. № 517/26.
13–16 – Onychiopsis psilotoides (Stokes et Webb) Ward, неполные листья:
13 – экз. № 517/27;
14 – то же, деталь ×3;
15 – экз. № 517/28;
16 – то же, деталь ×3.
17–18 – Carpolites sp. 3, семя:
17 – экз. № 517/123;
18 – то же, ×3;
19 – Carpolites sp. 5, семя, экз. № 517/124, ×3.

Таблица I

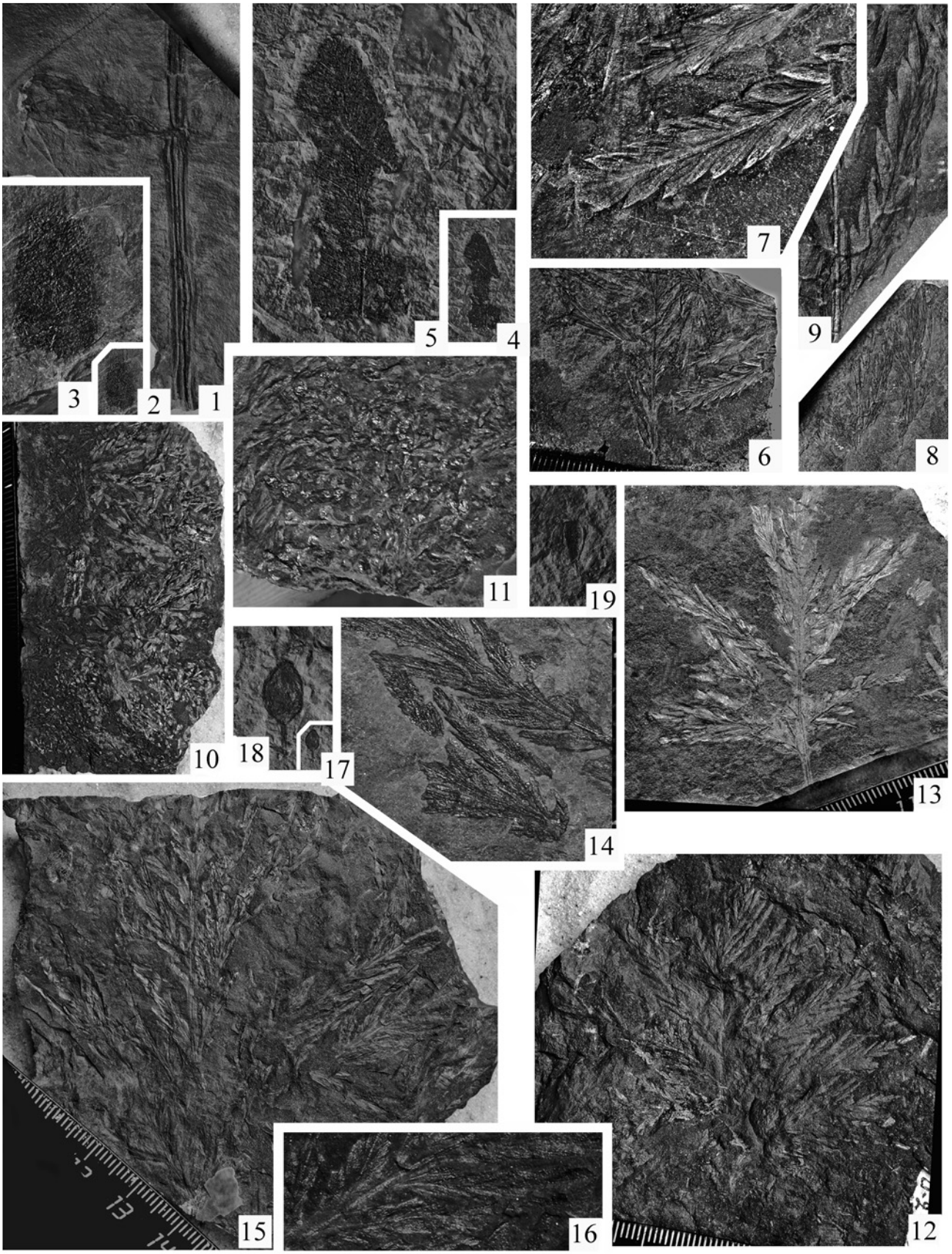


Таблица II. Растения «топтанской флоры»

1–6 – Polypodites polysorus Pryn.:
1–3 – неполные стерильные листья, экз. №№ 517/28, 517/37, 517/41;
4 – неполный фертильный лист, экз. № 517/39;
5 – то же, деталь ×3;
6 – фертильные перья, экз. № 513/29.
7–14 – Acrostichopteris pluripartita (Font.) Berry, неполные листья, экз. №№ 517/49, 517/47a, 517/53, 517/47b, 517/44, 517/46, 517/45, 517/48.
15–17 – Asplenium dicksonianum Heer, неполные листья, экз. №№ 513/19, 513/18, 517/33.
18 – Carpolites sp. 2, семя, экз. № 517/122.

Таблица II

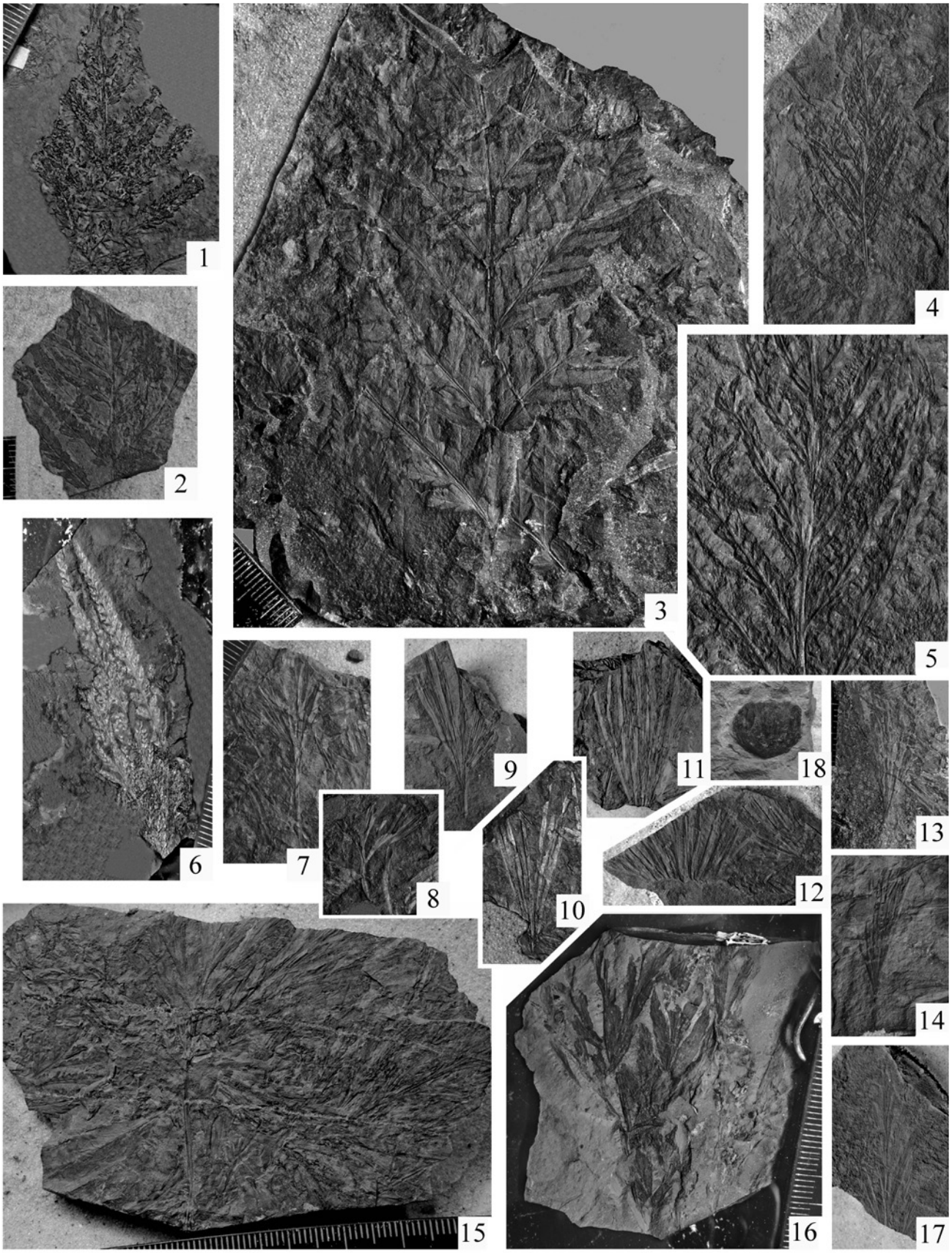


Таблица III. Растения «топтанской флоры»

1–5 – Sphenopteris mclearni Bell, неполные листья:
1 – экз. № 513/35;
2 – то же, фрагмент ×3;
3 – экз. № 517/59a;
4 – то же, фрагмент ×3;
5 – Nilssonia pilifera Samyl., фрагмент листа, экз. № 511/84.
6–8 – Ginkgo ex gr. adiantoides (Ung.) Heer, листья, экз. №№ 517/62, 517/63, 517/64.
9 – Ginkgo nana (Dawson) Bell, неполный лист, экз. № 517/65.
10 – Sphenobaiera ex gr. pulchella (Heer) Florin, неполный лист, экз. № 517/68.
11 – Sphenobaiera ex gr. czekanowskiana (Heer) Florin, неполный лист, экз. № 517/67.
12 – Phoenicopsis ex gr. angustifolia Heer, поверхность, устланная фрагментами листьев, экз. № 517/69.
13–15 – Podozamites ex gr. eichwaldii Schimp.:
13 – фрагменты листьев, экз. № 517/76;
14 – основание листа, экз. 517/75a;
15 – фрагмент побега, экз. 517/75b.
16 – Elatocladus manchurica (Yok.) Yabe, фрагмент ветвящегося побега, экз. № 517/85.
17–18 – Dicotylophyllum sp. 4:
17 – почти полный лист или листочек, экз. № 513/67a;
18 – то же, деталь ×3.

Таблица III

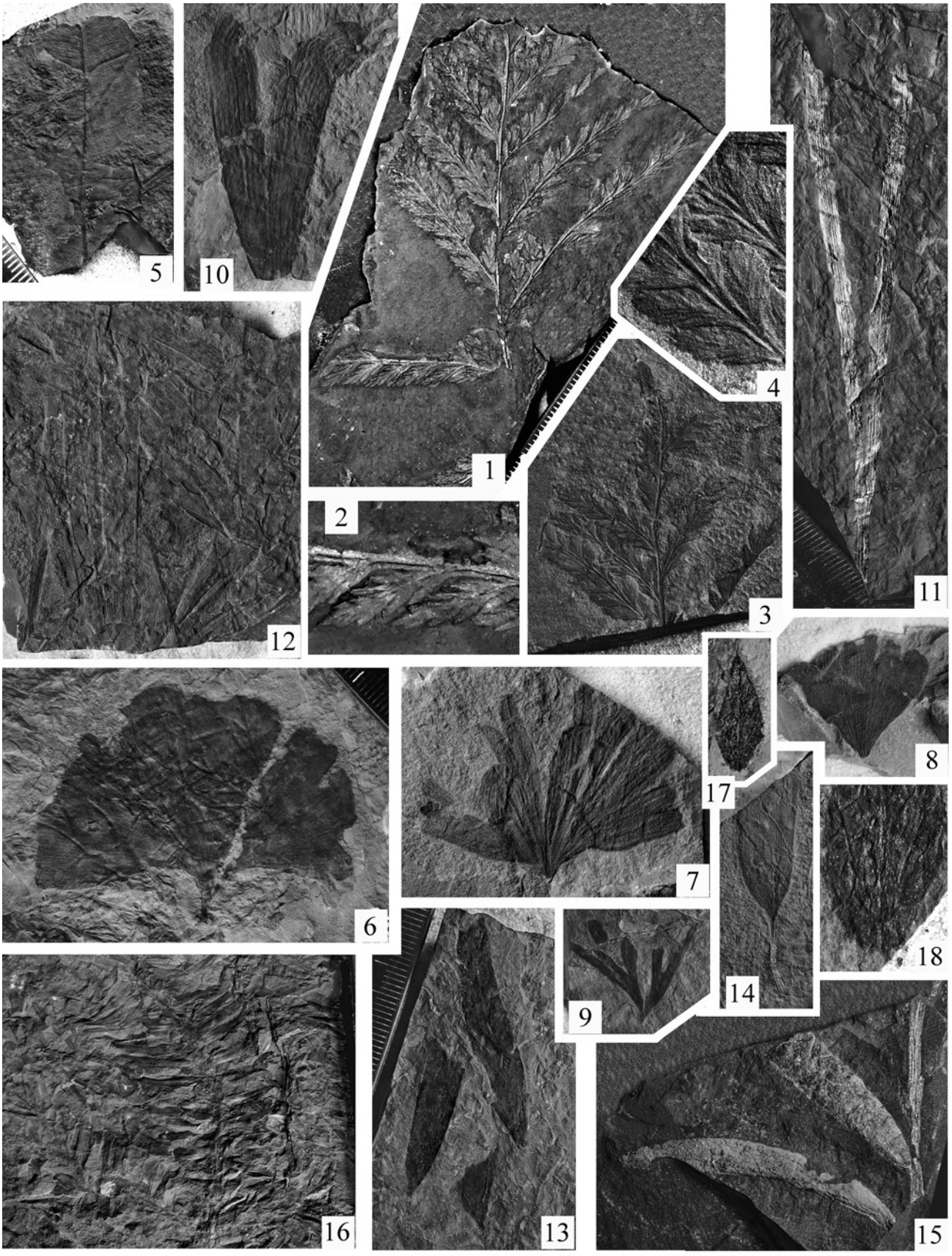


Таблица IV. Растения «топтанской флоры»

1 – Elatocladus manchurica (Yok.) Yabe, ветвящийся облиственный побег, экз. № 517/85.
2–4 – Sequoia cf. concinna Heer, фрагменты облиственных побегов:
2 – экз. № 517/105;
3 – то же, деталь ×3;
4 – то же, деталь ×3.
5–8 – Athrotaxopsis grandis Font., ветвящиеся побеги:
5 – экз. № 517/93;
6 – то же, деталь ×5;
7 – экз. № 517/94;
8 – то же, ×3.
9–12 – Cephalotaxopsis sp. cf. C. microphylla Sveshn. et Budants., облиственные побеги:
9 – экз. № 517/83;
10 – то же, деталь ×3;
11 – экз. № 517/82;
12 – то же, деталь ×3.
13–14 – Pityospermum nanseni Nath., семя с крылаткой:
13 – экз. № 517/109;
14 – то же, ×3.

Таблица IV

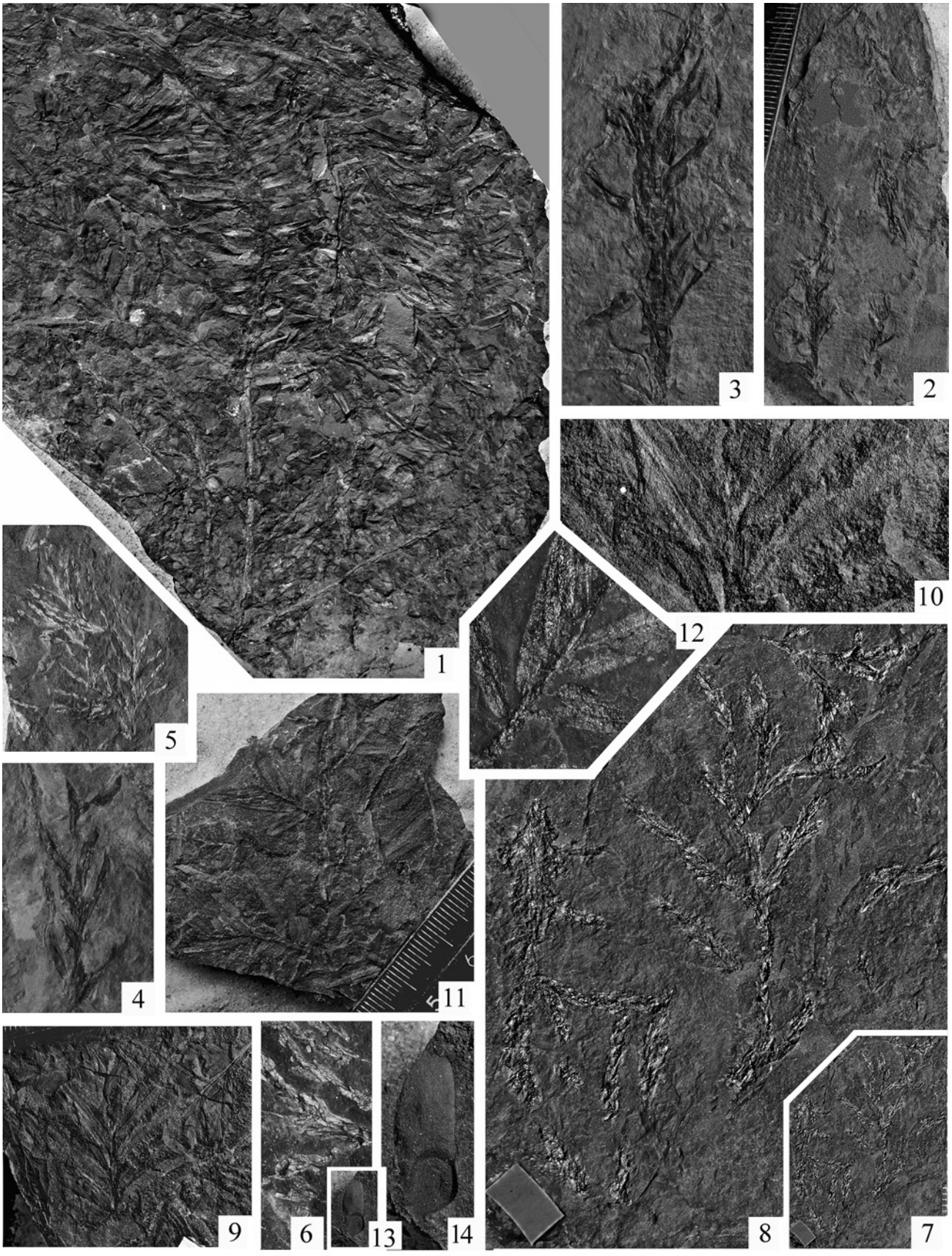


Таблица V. Растения «топтанской флоры»

1–3 – Desmiophyllum magnum (Samyl.) Samyl., неполные листья:
1 – экз. № 517/70;
2 – экз. № 517/74;
3 – экз. 517/75a.
4 – Athrotaxopsis grandis Font., ветвящийся побег, экз. № 517/95.
5a, b–15 – Cinnamomoides ievlevii Samyl., листья:
5a, b – экз. № 513/70;
6 – то же, что фиг. 5b, ×3;
7 – экз. № 513/72;
8 – экз. № 511/4;
9 – экз. № 513/73;
10 – экз. № 511/5;
11 – экз. № 511/1;
12 – экз. № 513/68;
13 – экз. № 511/3;
14 – экз. № 511/1;
15 – экз. 511/2.
16, 17 – Lindera jarmoljukii E. Lebed., лист:
16 – экз. № 517/60b;
17 – то же, ×3.
18 – Celastrophyllum oppositifolius Samyl., лист, экз. № 517/4.
19, 20 – Sapindopsis sp., неполные листья:
19 – экз. № 513/60;
20 – экз. № 513/59a.
21–23 – Platanus? sp., неполные листья:
21 – экз. № 513/74a;
22 – экз. № 511/28;
23 – экз. № 513/74b.
24 – Celastrophyllum serrulatus Samyl., лист, экз. 511/13.

Таблица V

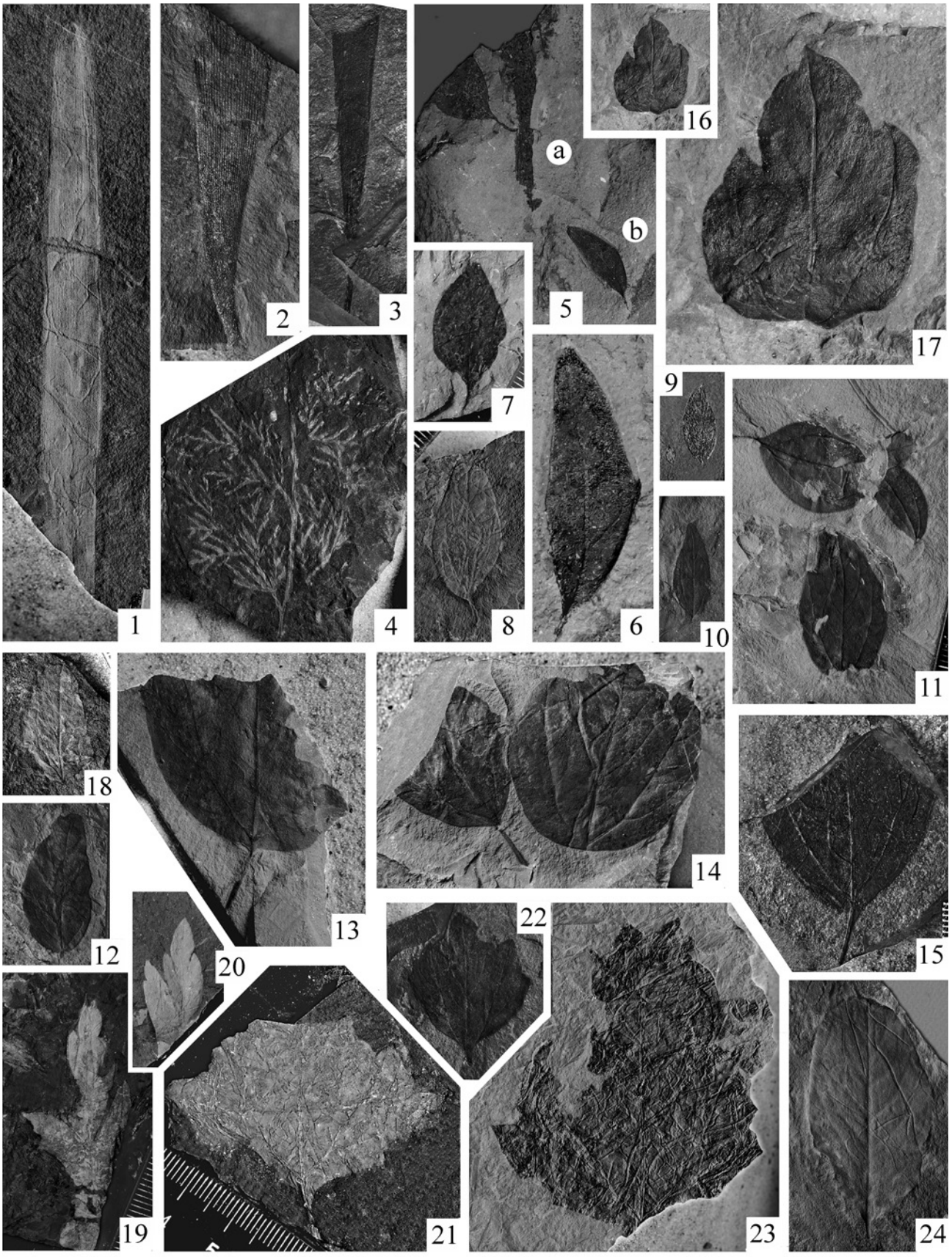
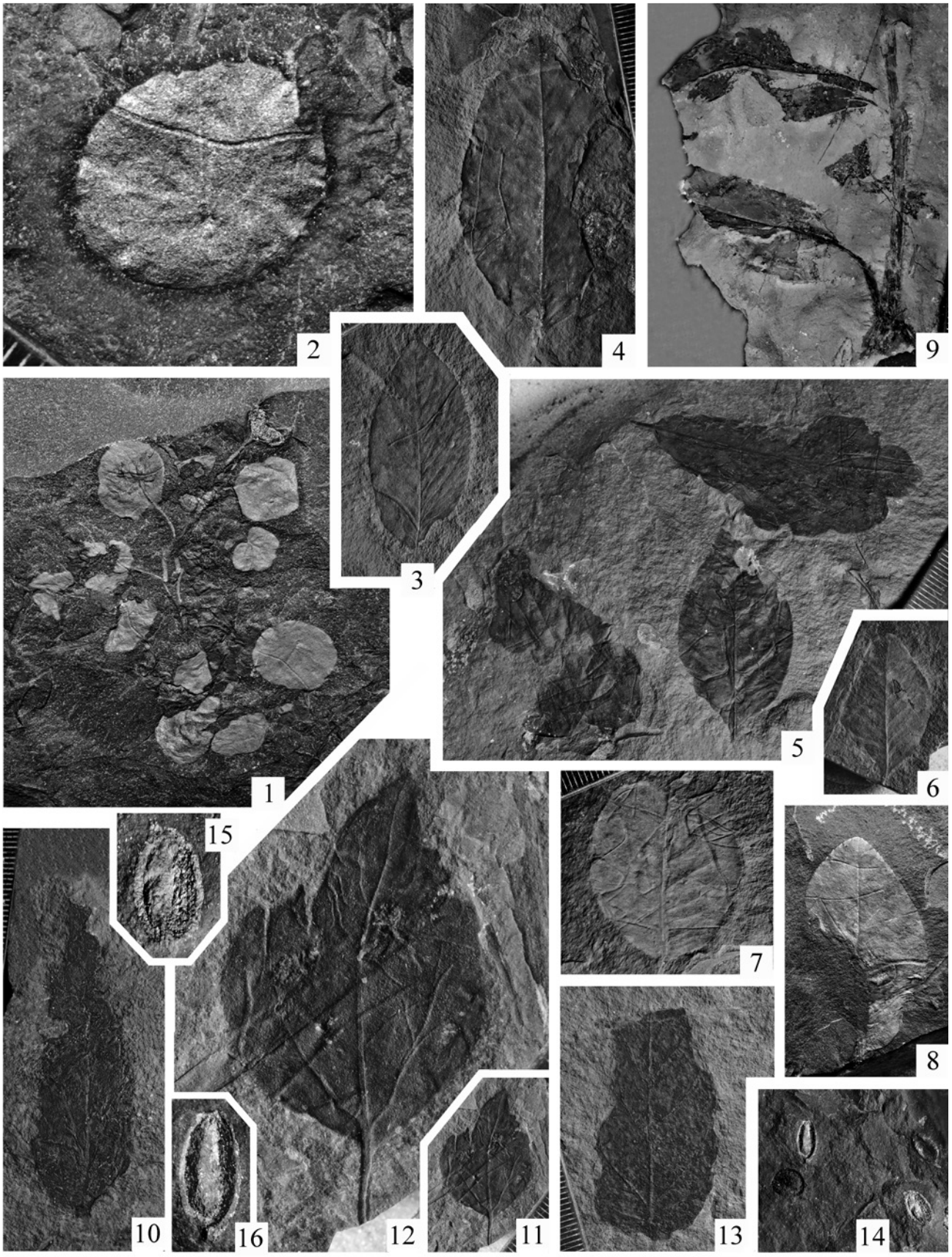


Таблица VI. Растения «топтанской флоры»

1–2 – Nelumbites aff. minimus Vachr.:
1 – облиственные побеги, изолированные листья и плод, экз. № 511/10;
2 – то же, изолированный лист ×3.
3–8 – Celastrophyllum serrulatus Samyl., листья:
3 – экз. № 511/11;
4 – экз. № 511/21;
5 – экз. № 511/15;
6 – экз. № 511/17;
7 – экз. № 511/19;
8 – экз. № 511/12.
9, 10 – Celastrophyllum oppositifolius Samyl.:
9 – фрагмент побега с листьями, экз. № 513/61;
10 – лист, экз. 513/61а.
11,12 – Dicotylophyllum sp. 1, лист:
11 – экз. № 511/29;
12 – то же, ×3.
13 – Dicotylophyllum sp. 3, неполный лист, экз. № 511/30.
14–16 – Carpolites sp. 1, семена:
14 – экз. № 511/133;
15, 16 – то же, ×3.

Таблица VI



Однако, как показало недавно проведенное расследование (Головнёва и др., 2017а), выделение топтанской флоры как самостоятельного фитостратиграфического объекта изначально было ошибкой или недоразумением. Большинство местонахождений остатков этой «флоры», указанных В.А. Самылиной (1976), располагается вне пределов выходов топтанской свиты и происходит из отложений нижележащей айгурской свиты (ранее – верхняя подсвита омсукчанской свиты). Последняя, кроме «топтанских», включает множество захоронений буор-кемюсских растений (рис. 50, 51).

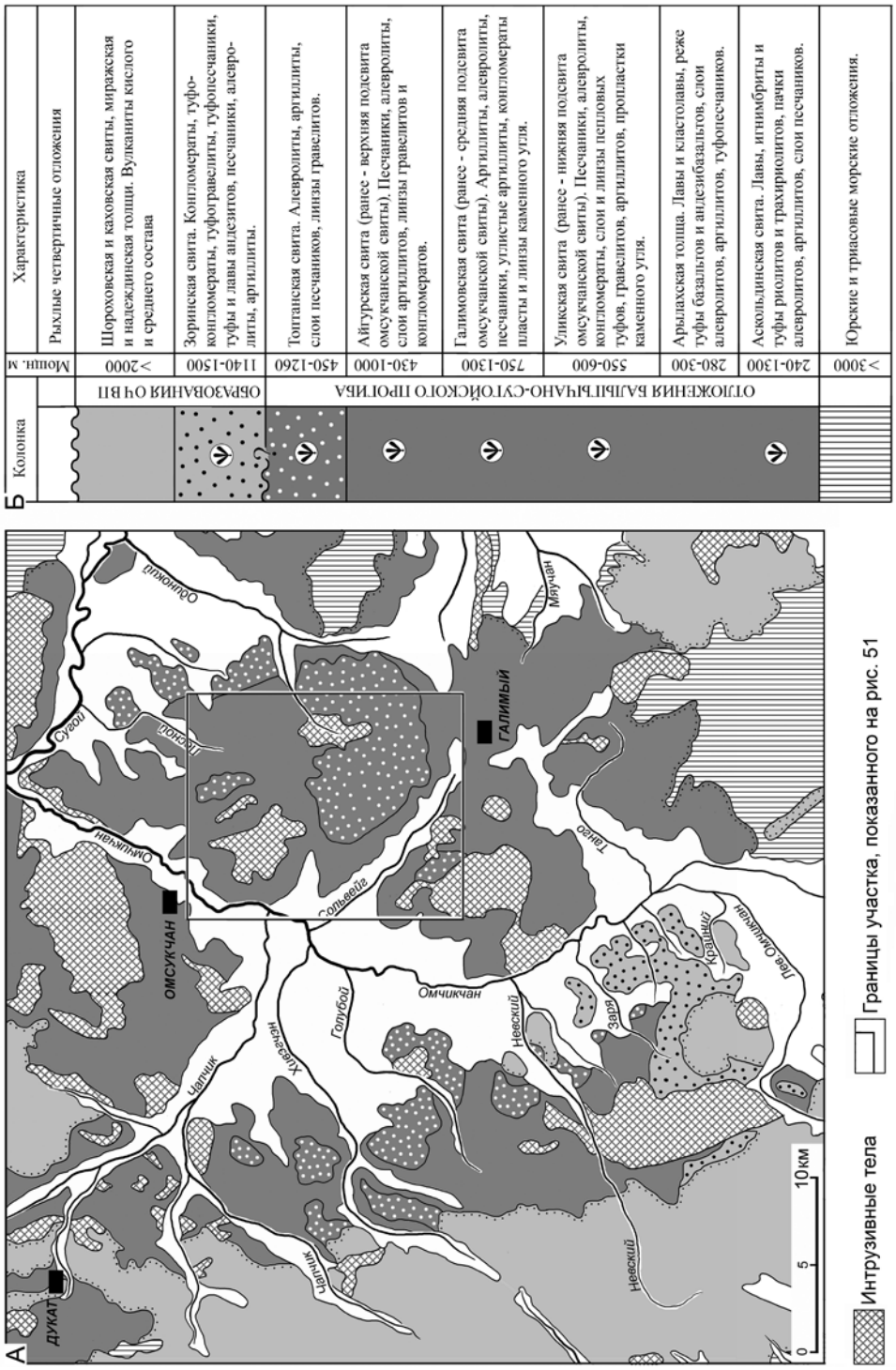


Рис. 50. Схема геологического строения (А) и стратиграфическая колонка (Б) южной части Балыгычано-Сугойского междуречья, составленные по материалам А.Э. Ливача с соавторами (2007)

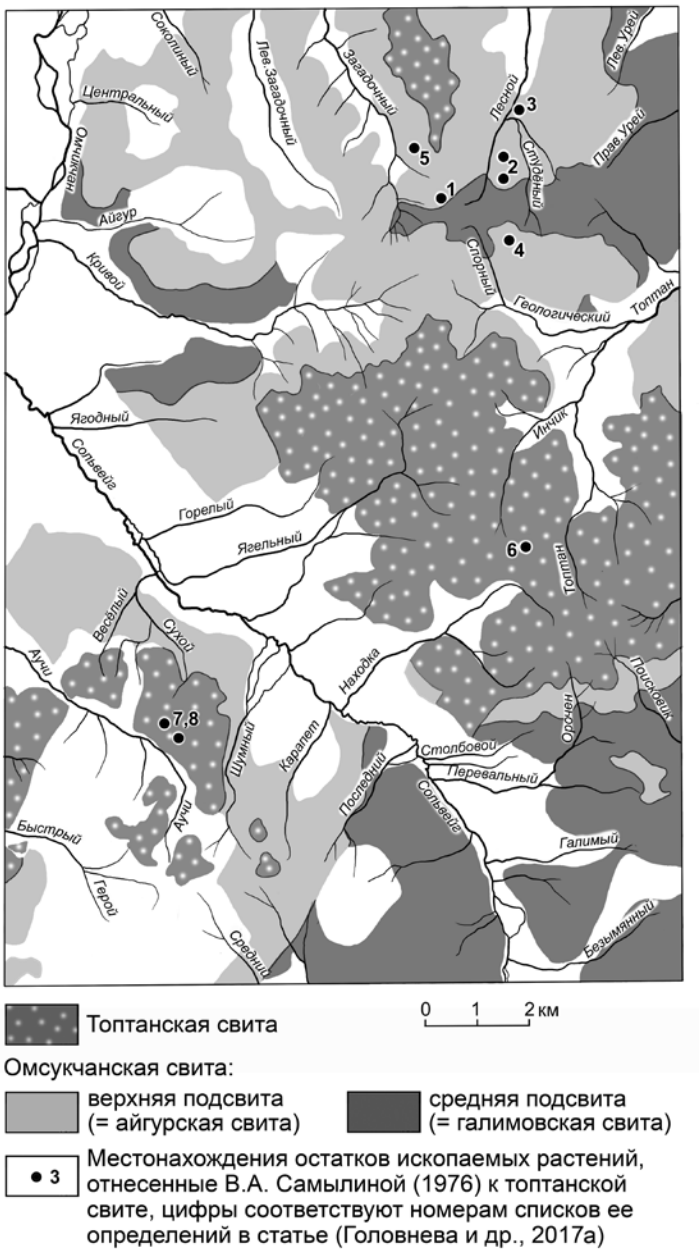


Рис. 51. Схема распространения отложений топтанской свиты, средней и верхней подсвит омсукчанской свиты (галимовской и айгурской свит) в бассейнах руч. Омчикчан и Топтан по данным Л.В. Иевлева и Т.И. Иевлевой, 1964 г., а также А.Э. Ливача с соавторами (2007)

Вулканогенно-осадочные накопления с остатками растений чинганджинской флоры залегают стратиграфически выше буор-кемюссих слоев, включающих и отпечатки растений «топтанской флоры» (рис. 52). В чинганджинских захоронениях по видовому разнообразию и часто по количеству отпечатков доминируют покрытосеменные. Судя по сохранившимся фрагментам листовых пластин, длина листьев платанообразных могла достигать 30–40 см. В настоящее время в составе чинганджинской флоры установлено 36 видов (Самылина, 1984а, 1984б; Головнёва и др., 2011, 2017б; Юдова, Головнёва, 2014; 2015; Юдова и др., 2016; Shczepetov, Golovneva, 2009): Thallites sp., Selaginellites sp., Equisetum sp., Asplenium dicksonianum Heer, A. rigidum Vassilevsk., Anemia ochotica Samyl., Arctopteris sp., Coniopteris opposita Samyl., C. tschuktschorum (Krysht.) Samyl., Cladophlebis inaequipinnulata Samyl., Osmunda tapensis Samyl., Lobifolia sp. (установлен впервые – Грабовский А.А., устное сообщение), Sagenopteris sp., Ginkgo ex gr. adiantoides (Ung.) Heer,

G. ex gr. sibirica Heer, Sequoia ochotica Yudova et Golovn., Metasequoia sp., Taxodium sp., Pityophyllum sp., Elatocladus sp., Ditaxocladus planiphyllus Guo et Sun, Cupressinocladus sp., Protophyllocladus subintegrifolius (Lesq.) Berry., Trochodendroides tumanensis Yudova,

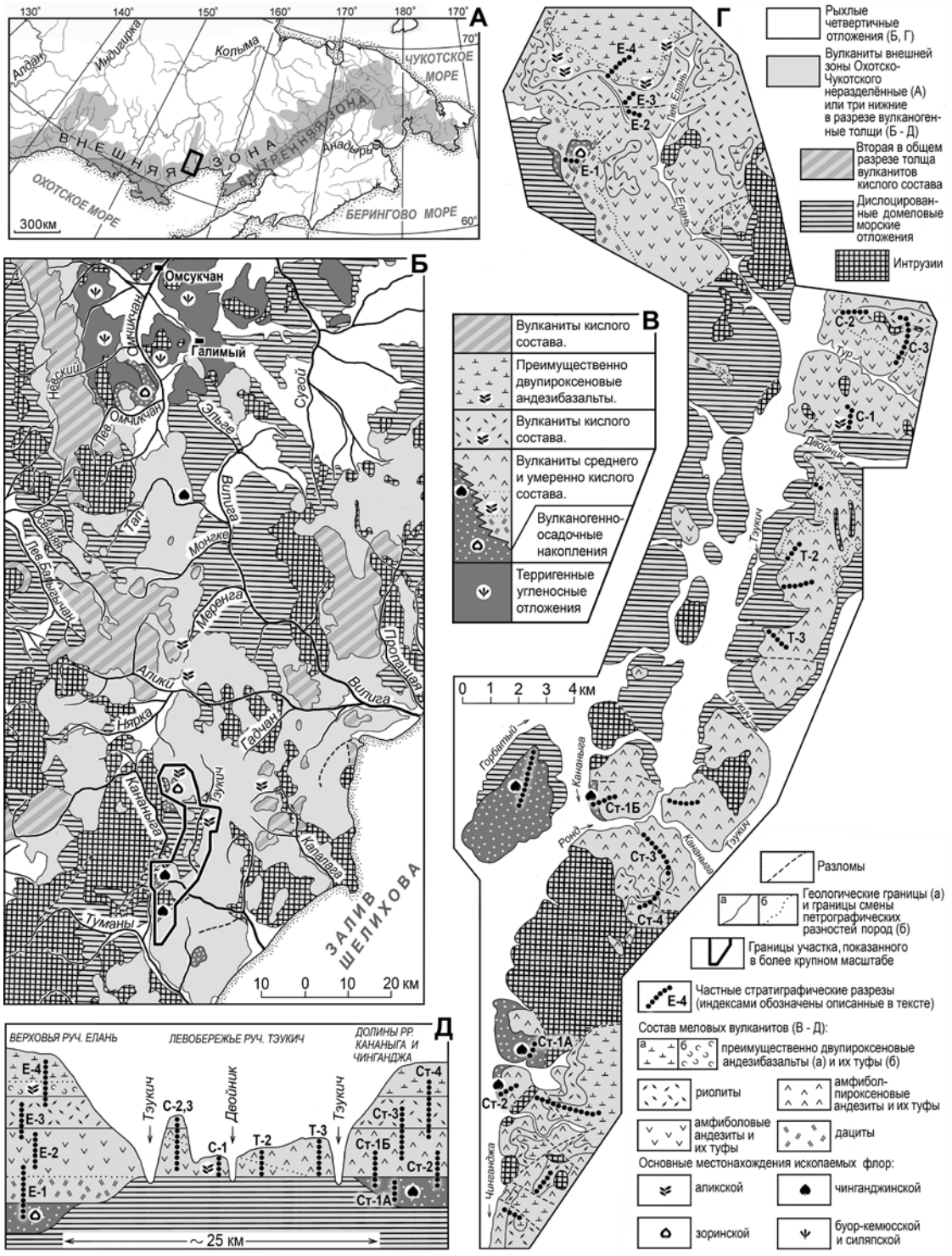
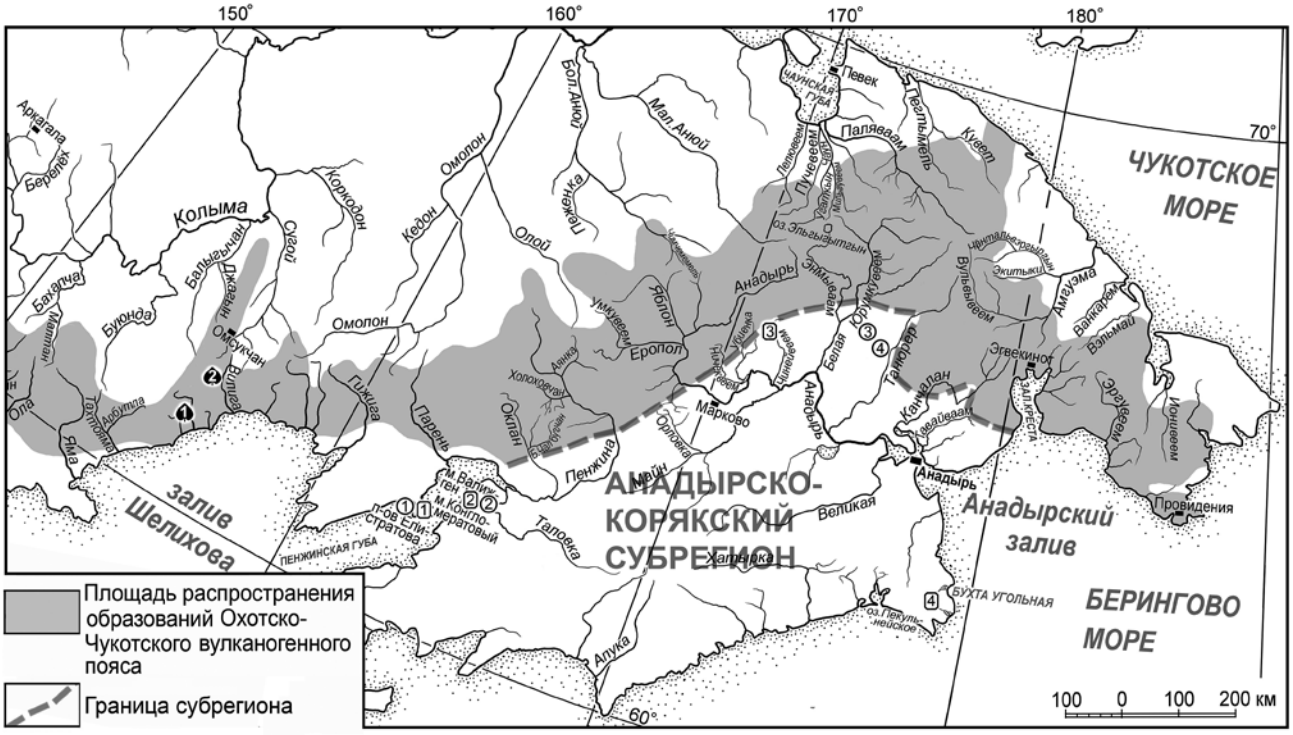


Рис. 52. Местоположение района распространения чинганджинской палеофлоры в пределах ОЧВП (А), схема его геологического строения (Б) и последовательность меловых накоплений (В), а также схема геологического строения участка междуречья рр. Вилига, Туманы (Г) и соотношение меловых стратифицированных образований на этой территории (Д) (составлено с использованием материалов Государственных геологических карт масштаба 1:200 000 и крупномасштабных геолого-съемочных работ под руководством Л.Б. Скибиной)

T. deminii Yudova et Golovn., Trochodendroides sp., Dalembia argentea Yudova et Golovn., D. vachrameevii E. Lebedev et Herman, Menispermites sibirica (Heer) Golovn., Menispermites sp., Pseudoprotophyllum cordatum Samyl., Celastrophyllum kryshtofovichii Samyl., Cissites sp., Araliaephyllum speciosum Philipp., A. arenaria (Philipp.) Philipp., Ievlevia dorofeevii Samyl., Quereuxia angulata (Newb.) Krysht. et Baik. Все коллекции (№№ 519, 524, 538, 547, 548, 1563) хранятся в БИН РАН.

Ныне большинство исследователей (Самылина, 1988; Герман, 2011; Головнёва и др., 2011; Щепетов, Герман, 2014, 2018, и др.) сравнивают чинганджинскую флору ОЧВП с пенжинской и кайваямской флорами АКСР без разделения и датируют ее туроном – коньяком (рис. 53, 54). Монографическое описание чинганджинской флоры еще не завершено, однако мы полагаем, что новых данных о ее составе уже достаточно, чтобы провести более точное сравнение.

Пенжинская флора включает пенжинскую тафофлору Северо-Западной Камчатки, пенжинскую тафофлору полуострова Елистратова, чинейвеемскую тафофлору левобережья среднего течения р. Анадырь и позднегинтеровскую тафофлору Беринговского полуострова (Герман, 2011). Покрытосеменные в этой палеофлоре составляют чуть больше половины таксономического состава. Среди них преобладают крупнолистные платанообразные – Ettingshausenia, Artollia, Paraprotophyllum, возможно, Pseudoprotophyllum и Credneria. Обычными для пенжинских тафофлор являются представители родов Menispermites, Celastrophyllum, Trochodendroides. Хвойные многочисленны, чаще всего встречаются Cephalotaxopsis и Sequoia. Появляется Metasequoia.



Местонахождения тафофлор чинганджинской флоры: ❶ на реках Кананыга и Чинганджа ❷ на реке Тап

Местонахождения тафофлор кайваямской флоры: ① кайваямской полуострова Елистратова ② кайваямской Северо-Западной Камчатки ③ тыльпэгыргынайской ④ поперечнинской

Местонахождения тафофлор пенжинской флоры: ① пенжинской полуострова Елистратова ② пенжинской мыса Конгломератового ③ чинейвеемской ④ позднегинтеровской

Рис. 53. Местоположение захоронений остатков растений чинганджинской, пенжинской и кайваямской палеофлор на Северо-Востоке России

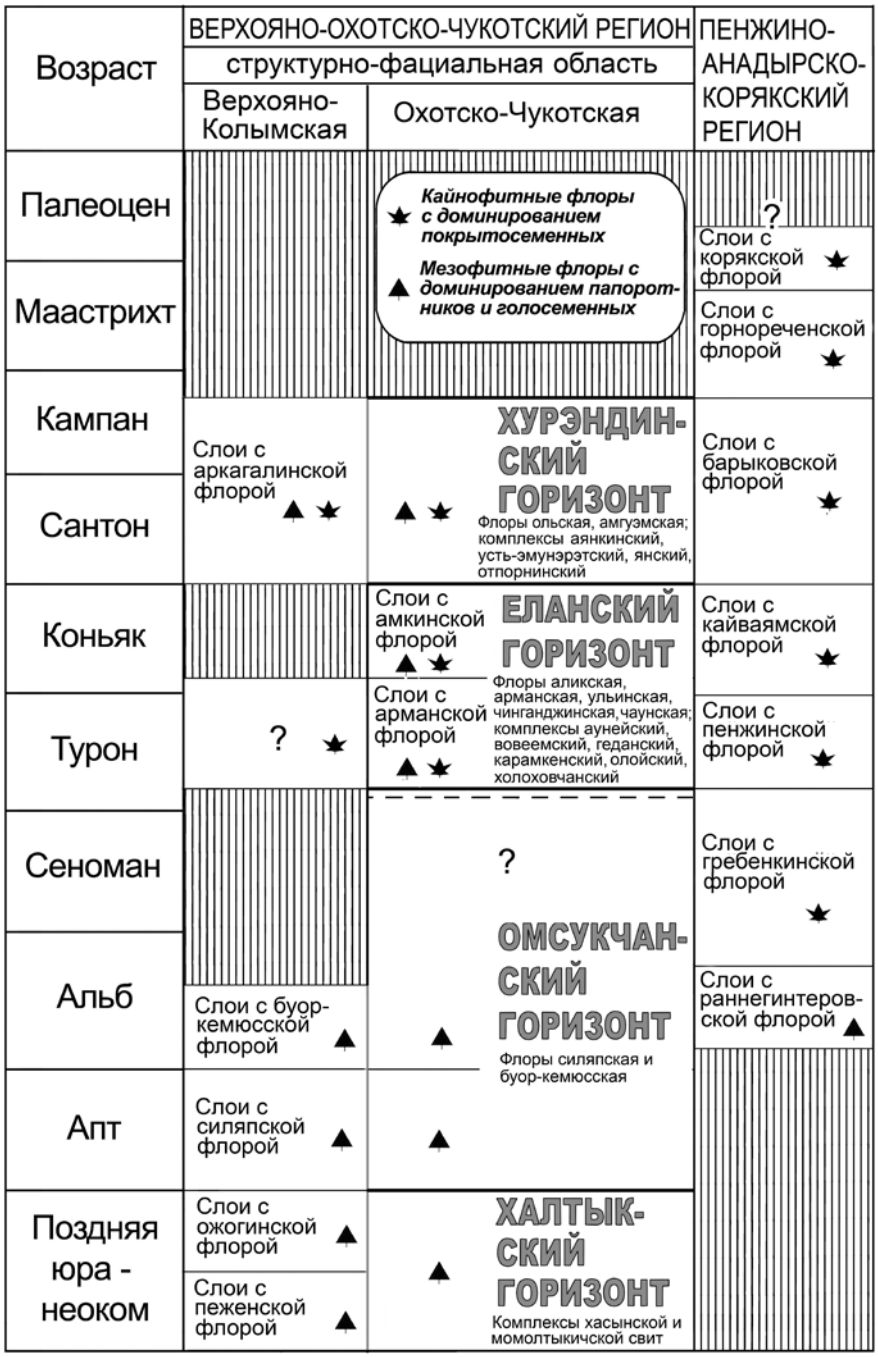


Рис. 54. Соотношение специальных (биостратиграфических) и основных стратиграфических подразделений неморского мела Северо-Востока России (по: Щепетов, Герман, 2019)

У чинганджинской и пенжинской флор общими являются роды Arctopteris, Asplenium, Cladophlebis, Ginkgo, Pityophyllum, Sequoia, Metasequoia, Elatocladus, Protophyllocladus, Pseudoprotophyllum, Menispermites, Celastrophyllum, Cissites, Trochodendroides, Dalembia. В пенжинских тафофлорах большим разнообразием отличаются представители платанообразных, но род Pseudoprotophyllum не занимает доминирующего положения. В чинганджинской флоре также заметную роль играют платанообразные, но листья Pseudoprotophyllum cordatum в некоторых прослоях образуют листовые кровли. В пенжинской флоре разнообразны виды рода Menispermites, а род Araliaephyllum отсутствует. В чинганджинской флоре, напротив, Menispermites не играет особой роли, но выделяется два вида Araliaephyllum – A. speciosum и A. arenaria.

Кайваямская флора включает одноименную тафофлору Северо-Западной Камчатки, кайваямскую тафофлору полуострова Елистратова, поперечненскую тафофлору восточного склона хребта Пекульней и тыльпэгыргынайскую тафофлору западного склона того же хребта (Герман, 2011). В кайваямских тафофлорах покрытосеменные составляют не менее половины списочного состава. Платанообразные доминируют, как и в пенжинской флоре, но в основном это виды родов Paraprotophyllum и Pseudoprotophyllum. Заметна роль Trochodendroides и Araliaephyllum, видовое разнообразие которых велико, а Menispermites и Celastrophyllum по сравнению с пенжинской флорой не так распространены. Цикадофиты в составе тафофлор практически отсутствуют. Среди хвойной многочисленна находки Cephalotaxopsis и Sequoia в сочетании с Metasequoia, Elatocladus, Cupressinocladus и Glyptostrobus.

Общими для чинганджинской и кайваямской флор являются роды Equisetum, Osmunda, Arctopteris, Asplenium, Cladophlebis, Ginkgo, Elatocladus, Sequoia, Metasequoia, Cupressinocladus, Pityophyllum, Menispermites, Araliaephyllum, Celastrophyllum, Cissites, Trochodendroides, Dalembia, Quereuxia, причём наибольшим сходством с чинганджинской флорой обладает тыльпэгыргынайская тафофлора. Их объединяет присутствие Selaginellites, Equisetum, Osmunda, Coniopteris, Arctopteris, Asplenium, Cladophlebis, Ginkgo, Sequoia, Metasequoia, Elatocladus, Cupressinocladus, Pityophyllum, Menispermites, Pseudoprotophyllum, Araliaephyllum, Celastrophyllum и Trochodendroides.

В кайваямских тафофлорах возрастает роль Pseudoprotophyllum, количество видов рода Menispermites сокращается, что делает их более похожими на чинганджинскую флору, чем пенжинские. В кайваямской флоре становится больше видов Araliaephyllum, причем эти виды являются общими с чинганджинской. В последней представлено три вида Trochodendroides, два из них недавно описаны как новые: T. tumanensis и T. deminii. Именно они, по нашему мнению, представляют род Trochodendroides в тыльпэгыргынайской тафофлоре хребта Пекульней. В отличие от пенжинских тафофлор, в кайваямских присутствует водное растение Quereuxia angulata, которое обильно представлено и в чинганджинской флоре.

Проведенное сравнение говорит в пользу того, что чинганджинская флора более сходна с тафофлорами кайваямского этапа развития, чем пенжинского, и, соответственно, датировать ее следует коньякским веком. Такой вывод плохо согласуется с представлением о независимом (in situ) происхождении чинганджинской флоры от буор-кемюсской (Решения..., 2009). В этом случае приходится допустить, что в двух районах, разделенных сотнями километров, независимо друг от друга возникли две флоры весьма близкого систематического состава. Либо же чинганджинская флора из Северного Приохотья (если его считать местом ее происхождения) распространилась на приморские низменности Анадырско-Корякского субрегиона, где немного видоизменилась и заняла место в сукцессионном ряду развития местных флор, причем это место оказалось не сразу после гребенкинской флоры, а после пенжинской. Оба варианта нам кажутся весьма маловероятными.

Более правдоподобным нам представляется иной сценарий развития событий. Появление гребенкинской флоры связано с возникновением приморских низменностей вдоль северо-западного борта Пенжинского прогиба. На этих низменностях она долго была блокирована либо базальтовыми вулканическими полями, представленными в разрезах саламихинской толщей, либо ее неспособностью потеснить устоявшиеся сообщества местных растений вдали от морского побережья.

Следующий этап вулканизма сформировал на северо-востоке ОЧВП андезитовую вилковскую толщу и «нижнюю толщу верхнего мела», описанную Б.Н. Труновым (Геологическая..., 1977). Он проявился уже в пределах всего ОЧВП – эти вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования в пределах Охотско-Чукотской структурно-фациальной области предложено рассматривать как нижний подгоризонт еланского горизонта (Щепетов, 1995; Щепетов, Герман, 2018, 2019) (рис. 33, 54).

Как уже отмечалось выше, мы полагаем, что активизация вулканической деятельности (или ее начало) делает рельеф более контрастным и усиливает эрозию. Однако в районах распространения «саламихинских» вулканических полей раннееланский вулканизм начался не с нуля, он стал как бы продолжением вулканизма «саламихинского». Выше мы отмечали, что первоначально саламихинская и вилковская толщи рассматривались В.Ф. Белым (1977, Белый и др., 1965) как единое стратифицированное геологическое тело – яблонская серия, – которое лишь позднее геологи разделили на два самостоятельных стратона. Вероятно, вилковские андезиты легли на уже выровненный саламихинскими базальтами рельеф, т. е. труднопреодолимые для экспансии кайнофитных растительных сообществ вулканические поля продолжали существовать к северу и западу от приморских низменностей, занятых гребенкинской флорой (рис. 7, 8). Впрочем, в это время на приморских низменностях уже появились комплексы растений пенжинской флоры.

Трудно судить, что послужило причиной их появления. Вероятно, эволюционируя, покрытосеменные в течение позднего мела приобрели способность успешно конкурировать с папоротниками и голосеменными во многих более стабильных и удаленных от речных русел местообитаниях и, видимо, выработали более специализированные способы опыления и распространения семян. Возможно, пенжинские ассоциации растений первоначально выделились из гребенкинской флоры как эксплерентные группы растений, начавшие освоение новых приморских ювенильных поверхностей к юго-западу (мыс Конгломератовый и п-ов Елистратова) от традиционного местообитания гребенкинской флоры. Они даже проникли на окраины ближийшего вулканического поля (волчинский и холоховчанский флористические комплексы), но дальше они здесь продвинуться не смогли (рис. 7, 8, 38, 39).

Логичным будет предположить, что, расселяясь по новым приморским низменностям, создаваемым продуктами размыва вулканитов нижнееланского подгоризонта (стратиграфических аналогов вилковской толщи), пенжинские группы растений достигли районов, где предыдущий саламихинский вулканизм не создал сплошных вулканических полей, где на начальной стадии раннееланского вулканизма царила эрозия. И альб-туронская блокада приморских растений оказалась таким образом прорванной. Возможно, это произошло где-то в районе между современными реками Оклан и Гижига (рис. 1).

В это время – во второй половине турона – началось формирование ОЧВП в его современном виде. В момент своего зарождения вулканическая область не являлась преградой для расселения покрытосеменных растений. На большей ее части туронский этап вулканизма был первым, начался он не единовременно в биологическом масштабе времени и, вероятно, в своем начале создал обширное царство эрозии – контрастный рельеф со множеством водотоков, которые постоянно меняли свои русла. Не будет ошибкой предположить, что разнообразие палеоландшафтных обстановок в это время было чрезвычайно велико. Расселяющиеся по водотокам покрытосеменные и сопутствующие им группы растений оказывались в более или менее нарушенных местообитаниях буор-кемюсской флоры и вынуждены были сосуществовать с ней, образуя в захоронениях сочетания видов, подобные арманской или ульинской флорам. Известен лишь один случай, когда «приморская» по систематическому составу палеофлора – чинганджинская – не ассимилировала местные виды. Интересно отметить, что захоронения остатков растений арманской и чинганджинской флор, признанных одновозрастными (Решения..., 2009), располагаются в непосредственной близости друг от друга. Почему же эти флоры не смешались?

2.2.2. О возрастных соотношениях арманской и чинганджинской палеофлор

В 1982–1985 гг. В.Ф. Белый (1997) организовал стратиграфические исследования на территории междуречья рек Вилига и Туманы (рис. 55). За четыре полевых сезона были

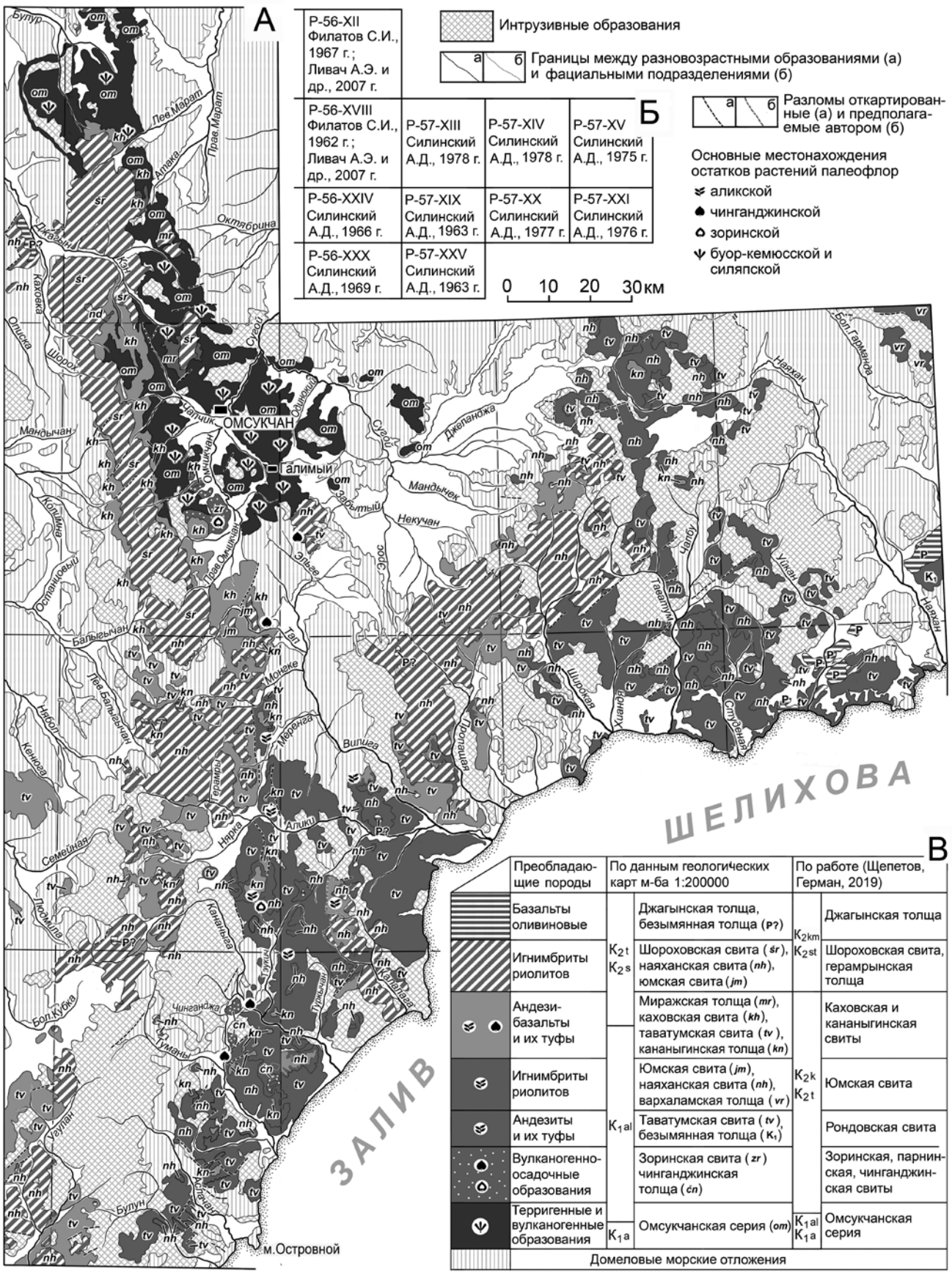


Рис. 55. Схема распространения меловых образований в междуречье Балыгычан-Сугой и прилегающей части Охотско-Колымского водораздела (А), разграфка использованных листов геологических карт масштаба 1:200 000 (Б) и стратиграфическая последовательность меловых отложений района (В)

собраны представительные коллекции остатков растений из многих захоронений, описано несколько десятков частных разрезов. Конечным результатом этих работ можно считать признание того факта, что зоринская и чинганджинская флоры находятся на одном стратиграфическом уровне, который располагается в основании разреза вулканитов ОЧВП (Щепетов, 1995; Решения..., 2009).

В бассейнах рек Сугой и Кананыга известны два представительных захоронения остатков растений зоринской флоры, которая входит в состав региональной арманской флоры (Самылина, 1974, 1976; Щепетов, 1995; Герман, 2011; Щепетов, Головнёва, 2014; Herman et al., 2016). Захоронения зоринской и чинганджинской палеофлор чередуются в субмеридиональном направлении на интервале чуть более 100 км (рис. 52). Еще одно – самое северное – местонахождение чинганджинской флоры, показанное на рисунке 55, сочтено таковым условно: в захоронении обнаружены лишь обрывки довольно крупных листьев покрытосеменных, что для зоринских захоронений не характерно. Вопрос о том, почему эти флоры существовали независимо друг от друга, конечно, относятся в основном к области палеоботаники или палеофлористики, однако мы попытались ответить на него, используя методы стратиграфии и петрографии.

Детальный анализ смены составов вулканогенных пород в частных разрезах показал: хотя вулканогенно-осадочные слои с остатками растений зоринской и чинганджинской палеофлор, безусловно, находятся на одном стратиграфическом уровне (непосредственно подстилают разрез вулканогенных образований внешней зоны ОЧВП), их накопление не было синхронным (рис. 56). Стратиграфические и петрографические данные свидетельствуют в пользу того, что в междуречье рек Вилига и Туманы формирование слоев с остатками растений зоринской флоры было отделено от времени формирования слоев с чинганджинской флорой одним или, скорее всего, двумя геологическими событиями – локальной вспышкой вулканизма дацитового состава и поступлением на поверхность амфиболовых лав и туфов среднего состава.

Данные по бассейнам р. Тап (разрез Тп-1) и руч. Омчикчан (разрез Ом-1) как минимум не противоречат такому предположению. В первом случае есть основания полагать, что слои с чинганджинской флорой формировались во время третьего этапа вулканизма ОЧВП. На левобережье руч. Омчикчан слои с остатками растений зоринской флоры перекрывают, по-видимому, без перерыва отложения Балыгычано-Сугойского прогиба с буор-кемюсской флорой. При этом сами зоринские слои перекрываются двупироксеновыми андезибазальтами с угловым несогласием, – вероятно, тут, как и на р. Тап, выпадают из разреза две нижние вулканогенные толщи, что в целом характерно для данного района.

Таким образом, можно говорить о том, что зоринская флора возникла близко-одновременно с началом вулканизма ОЧВП. Не исключено, что она действительно могла сформироваться из флоры буор-кемюсской, условия обитания которой вдруг резко изменились: в первую очередь возросла контрастность рельефа и интенсивность эрозии.

Чинганджинская флора появилась позже, уже в разгар первого этапа вулканизма. Она никак не связана с буор-кемюсской флорой. Не исключено, что существовала чинганджинская флора не только на протяжении части первого этапа вулканизма, но и в течение его второго и третьего этапов. В этом случае она должна была сосуществовать с аликской флорой. Последнее не кажется невероятным, поскольку условия захоронения (и обитания) той и другой в сложном вулканогенном рельефе были существенно разными.

Так или иначе, но единственное, что не вызывает сомнений: зоринская и чинганджинская флоры НЕ существовали одновременно. Одновозрастными их можно считать только в масштабе геологического времени, когда счет идет на миллионы лет. В масштабе биологического времени (сотни и первые тысячи лет) их разделяет значительный перерыв.

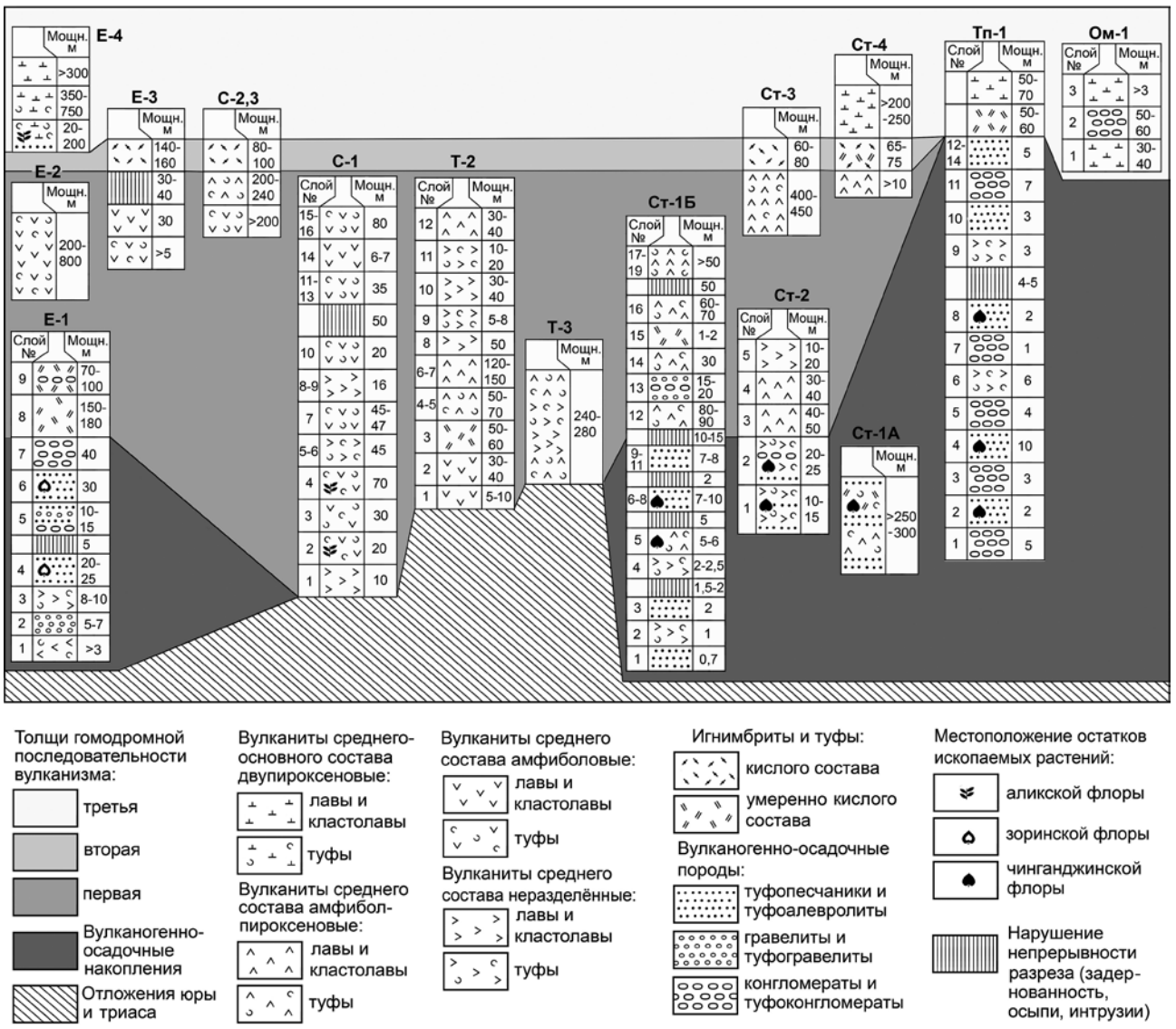


Рис. 56. Сопоставление частных разрезов, показанных на рис. 52

Появление полностью лишенной реликтовых элементов чинганджинской флоры на территории, где уже существовала «смешанная» зоринская флора, требует, конечно, объяснения. Из реконструкций В.Ф. Белого (1994) следует, что под водой внешняя (относительно материка) граница ОЧВП проходит в нескольких десятках километров от современного берега примерно параллельно северо-западному побережью залива Шелихова. Не будет большой натяжкой допустить, что к юго-востоку от этой границы располагалось продолжение Пенжинского прогиба с его приморскими низменностями, заселенными кайнофитными сообществами растений. С этих низменностей покрытосеменные и сопутствующие им группы растений в туроне-коньяке проникали вглубь континента, постепенно вытесняя сообщества растений буор-кемюсской флоры. Данный эпизод флорогенеза зафиксирован в геологической летописи местонахождениями арманской флоры, представленой здесь тафофлорами парнинской и зоринской свит.

На космоснимках и мелкомасштабных топографических картах хорошо видно, что в полосе шириной около 60 км вдоль современного морского побережья линейные элементы ландшафта ориентированы преимущественно с юго-запада на северо-восток и с северо-запада на юго-восток (рис. 57). Однако на линии пос. Галимый – мыс Островной появ-

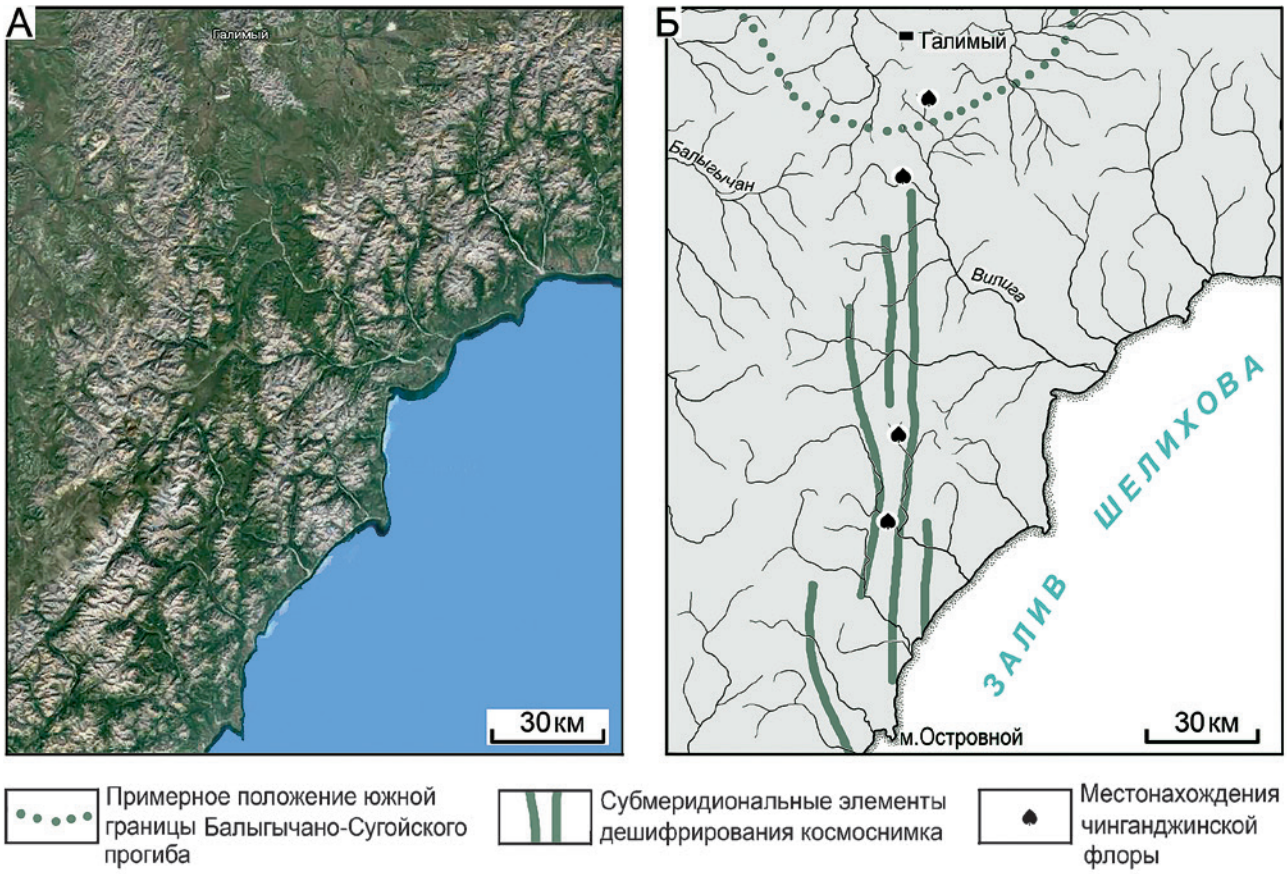


Рис. 57. Космоснимок южной части междуречья Балыгычан – Сугой и прилегающей части Охотско-Колымского водораздела (А) и положение местонахождений чинганджинской флоры относительно субмеридиональных элементов дешифрирования (Б)

ляются элементы с субмеридиональной ориентировкой. Геологически эти «линеаменты» почти никак не выражены (если не считать таковым выражением присутствие в разрезах отложений с остатками растений чинганджинской флоры), однако на местности здесь наблюдаются относительно недавно «перехваченные» русла рек и палеодолины.

В коньякском веке, по всей видимости, произошло некое тектоническое событие. Возможно, это была серия сейсмодислокаций, подобных той, что относительно недавно резко повернула русло р. Кананыга на юго-восток близ устья руч. Ронд (рис. 52). В результате на недолгое по геологическим меркам время возникло протяженное субмеридиональное понижение рельефа по линии пос. Галимый – мыс Островной или просто полоса нарушенного ландшафта, в которой местная растительность была уничтожена или сильно пострадала. Вот по этой полосе с приморских низменностей кайваямская флора и могла проникнуть вглубь континента, не встречая на своем пути неповрежденных инвазионно устойчивых сообществ буор-кемюсских растений.

Можно спорить о том, сколько сотен (или тысяч?) лет понадобилось кайнофитным сообществам растений, чтобы преодолеть расстояние от современной Пенжинской губы до левобережья Колымы (рис. 1). В геологическом же масштабе времени это расселение, несомненно, было мгновенным. Если действие разворачивалось именно так, то в отдаленный Ульинский прогиб в коньякском веке покрытосеменные растения могли проникнуть со стороны уже освоенного ими континента.

К концу коньякского века (по принятым нами датировкам) широкая полоса вулканитов, отнесенных В.Ф. Белым к ранней стадии развития ОЧВП (Белый, 1977, 1994; Белый, Белая, 1998), протяженностью более 3000 км свое формирование закончила. Скорее

всего, она никогда не была сплошной из-за того, что периферийные части вулканических полей непрерывно активно разрушались. Глубинные части вулканических полей – вулканоструктуры оседания – оказались отчасти лишенными притока семенного материала со стороны. Уничтожаемая извержениями растительность вновь и вновь восстанавливалась за счет местных ресурсов. В этих условиях покрытосеменные не исчезли, но участие их в растительных сообществах значительно сократилось. В междуречье рек Вилига и Туманы (рис. 33) флористические комплексы из этих толщ объединены в аликскую флору (Самылина, Щепетов, 1988; Щепетов, 1995; Щепетов, Головнёва, 2010). Сходные комплексы – геданский (Головнёва, Щепетов, 2014а), карамкенский (Головнёва, Щепетов, 2011), аунейский (Головнёва, Щепетов, 2013б), олойский (Головнёва, 2015), вовеемский (Головнёва, Щепетов, 2015) – известны и в других районах. На Центральной Чукотке в это время сформировалась чаунская флора. В целом в ходе геологической съемки в вулканитах ранней стадии развития ОЧВП были установлены сотни (тысячи?) местонахождений остатков ископаемых растений, абсолютное большинство которых, конечно, специально не изучалось.

2.3. САНТОН – КАМПАН

Вулканизм поздней стадии развития ОЧВП начался с массированного поступления на дневную поверхность изверженного материала кислого состава. Наиболее распространенными образованиями того времени были «игнимбриты полей больших объемов» (Сперанская, 1964). Они состоят в основном из консолидированных в разной степени витро- и кристаллокластов. В шлифах такая порода выглядит как туф, но слагает тела, подобные лавовым. Среди продуктов современного вулканизма ничего подобного не наблюдается – кислые лавы практически не текут и не образуют покровов. О происхождении игнимбритов до сих пор нет единого мнения: они могли образовываться в результате спекания дезинтегрированных раскаленных пепловых частиц либо из своеобразного газонасыщенного расплава, состоящего из двух несмешивающихся жидкостей, что делало лаву весьма подвижной, несмотря на ее кислый состав. И.М. Сперанская изучала игнимбриты ольской свиты в междуречье рек Армань и Хасын: «Эти наблюдения позволяют предположить, что извержения происходили в условиях расчлененного рельефа, который выравнивался пирокластическими потоками...» (Сперанская, 1964, с. 124).

В области наземного вулканизма ОЧВП и далее за ее пределами в сантоне – кампане существовало шесть палеофлор: аркагалинская (поздний турон – сенон (кампан)), ольская (сантон – средний кампан (по крайней мере) включительно), усть-эмунэрэтская (сантон и ранний – средний кампан), амгуэмская (сантон – кампан), барыковская (сантон – ранний-?средний кампан) (Герман, 2011; Головнёва Щепетов, 2015). Возможно, что таких флор было больше, но в геологической летописи зафиксированы только эти.

Аркагалинская флора происходит из отложений одноименного угленосного бассейна, расположенного на левобережье р. Колыма примерно в 350 км к северо-западу от Ольского и Гипотетического вулканических полей (рис. 1). Он представляет собой узкую впадину в древнем субстрате, протянувшуюся примерно на 65 км с юго-востока на северо-запад вдоль русла р. Аркагала (Попов, 1962) (рис. 6А).

Геологическое строение Аркагалинского угленосного бассейна представлено на трех листах государственных геологических карт масштаба 1:200 000 (рис. 6Б). Два южных листа (P-55-IX, X) были составлены в 1960 г., а северный (P-55-III) – в 1966 г. Литологическая характеристика флороносной аркагалинской свиты на южных листах одинакова – свиту слагают главным образом песчаники, конгломераты, алевролиты и аргиллиты, а также углистые сланцы и угли. В колонке северо-западного листа карты (P-55-III), кроме обычных терригенных отложений, указано присутствие в составе свиты туфов риолитов

и дацитов, а также туффитов. Мы полагаем маловероятным, что эти породы появляются в разрезе свиты именно на границе листов. Скорее всего, они присутствуют и южнее, но при описании были диагностированы как-то иначе.

В решениях Третьего Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (2009) отмечено: «Аркагалинская впадина, откуда происходит одноименная флора, а также соседствующая с ней Верхненерская впадина, содержащая вулканиты, располагались в тыловой зоне Охотско-Чукотского вулканического нагорья, где, по мнению В.Ф. Белого, возник этот тип растительности...» (Решения..., 2009, с. 238). То есть Аркагалинская впадина не входит в состав ОЧВП, но располагается в пределах ареала кислого вулканизма поздней стадии развития этой структуры. Вероятно, вулканы, действовавшие поблизости, не создали выровненного рельефа и со временем были эродированы. После них остались лишь интрузивные тела в осадочных породах юры и триаса.

«В аркагалинской флоре доминирующей группой как по разнообразию, так и по количеству отпечатков являются хвойные. Наиболее часто встречаются Cryptomeria cretacea, Thuja cretacea, Sequoia antiqua и Pityophyllum ex gr. staratschinii. Другими содоминантами флоры были представители рода Phoenicopsis и водные покрытосеменные Qureuxia angulata. За исключением последнего вида, покрытосеменные чрезвычайно редки и находки их чаще всего единичны, несмотря на довольно значительное систематическое разнообразие этих растений...» (Герман, 2011, с. 241). От ближайшего местонахождения барыковской флоры – верхнебыстринской тафофлоры на мысе Валижген – Аркагалинский бассейн отстоит примерно на 1000 км к западу. Скорее всего, почти все это пространство в барыковское время было занято вулканитами.

Термин «ольская флора» был предложен А.Б. Германом (2011) для обозначения тафофлор ольской, первомайской и мыгдыкитской свит Ольского и Гипотетического плато в Примагаданье (рис. 1, 5, 33). Первоначально эти тафофлоры были описаны В.А. Самылиной (1988) вместе с ископаемой флорой Аркагалинского угленосного бассейна в качестве типовых представителей аркагалинского этапа развития меловой флоры региона. Сходство составов ольской и аркагалинской флор, их принадлежность к одному этапу развития сомнений не вызывает, однако нам кажется, что их совместное описание внесло некоторые искажения в представления о той и другой по отдельности. В отложениях Аркагалинского угленосного бассейна на растительных отпечатках сохраняются фитолеймы, что делает возможными анатомическое изучение кутикул и, следовательно, более точную видовую диагностику растений. В накоплениях ОЧВП кутикула ископаемых растений обычно не сохраняется. Если порознь анализировать коллекции остатков растений ольской и аркагалинской флор, то иногда оказывается, что некоторые виды, создающие «фон» в аркагалинских захоронениях, в ольской флоре представлены малочисленным и часто фрагментарным материалом. Кроме того, не всегда удается по морфологическим признакам подтвердить присутствие в ольской флоре видов, определенных в отложениях Аркагалинского бассейна с применением эпидермально-кутикулярного метода. В разделе «Атлас растений ольской флоры из верхнего мела Северо-Востока Азии» предпринята попытка показать «истинное лицо» ольской флоры с учетом сборов, проведенных после ее монографического описания (Самылина, 1988). Это необходимо в первую очередь для сопоставления с ней других палеофлористических комплексов ОЧВП, чей систематический состав часто бывает не столь богатым, как у ольской флоры.

По современным представлениям характерными особенностями ольской флоры являются «доминирование хвойных, частая встречаемость представителей рода Phoenicopsis и чрезвычайная редкость покрытосеменных (за исключением листьев водного растения Qureuxia angulata), представленных в основном мелколистными формами. Такой в целом «мезофитный» облик этой флоры сочетается с наличием в ней представителей родов хвой-

ных и покрытосеменных, получивших распространение во флорах конца мела и кайнозое (Cephalotaxus, Abies, Picea, Larix, Cedrus, Pinus, Metasequoia, Sequoia, Sequoiadendron, Cryptomeria, Cunninghamia, Taiwania, Libocedrus, Thuja, Cocculus, Cercidiphyllum)...» (Герман, 2011, стр. 235). Однако при работе непосредственно на захоронениях остатков растений и знакомстве с ранее собранными коллекциями создается несколько иное впечатление: при чрезвычайной редкости покрытосеменных облик ольской флоры вовсе не кажется «мезофитным». Скорее наоборот: вызывает удивление присутствие немногочисленных, но разнообразных реликтов среди обилия кайнозойских хвойных. В аркагалинской флоре описано пять видов Phoenicopsis, а в ольской (при отсутствии у растительных остатков кутикул) мы можем диагностировать только один. При этом в захоронениях Аркагалинского бассейна отпечатки листьев Phoenicopsis встречаются повсеместно в большом количестве. В захоронениях ольской флоры такие отпечатки обычны, но встречаются они не часто и не образуют на поверхностях наслоений листовых кровель. От ближайшего местонахождения барыковской флоры на мысе Валижген основные захоронения ольской флоры отстоят примерно на 800 км к западу. Все пространство между ними в барыковское время, вероятно, было занято вулканогенными образованиями.

Усть-эмунэрэтская флора представлена несколькими тафофлорами. Из них наиболее представительной и хорошо изученной является усть-эмунэрэтская (Лебедев, 1987; Герман, 2011; Моисеева, Соколова, 2014) (рис. 3, 7). «Для этой тафофлоры характерно преобладание покрытосеменных как по разнообразию, так и по числу отпечатков, причем листья этих растений, как правило, мелкого размера. Среди них наиболее часто встречаются Trocodendroides arctica и «Quercus» tchucotica. Остатки хвойных и папоротников редки, гинкговые, за исключением Phoenicopsis и Sphenobaiera, представлены единичными отпечатками. Доминирование покрытосеменных с листьями небольшого размера и находки «Quercus» tchucotica и рода Macclintockia позволяют сопоставить усть-эмунэрэтскую тафофлору с надежно датированными по находкам морской фауны барыковским и верхнебыстринским флористическими комплексами...» (Герман, 2011, с. 237).

В амгуэмскую флору объединено несколько тафофлор из вулканитов ОЧВП Восточной Чукотки (Ефимова, 1966; Головнёва, Щепетов, 2015) (рис. 40, 41). Эта флора изучена пока недостаточно. По имеющимся данным, в нее входит около 23 видов, среди которых преобладают виды широкого стратиграфического распространения, а также представлено несколько форм, характерных для ольской флоры.

Барыковская флора (Герман, 1999, 2011; Герман, Лебедев, 1991; Моисеева, Соколова, 2011) – единственная, не связанная с меловым вулканизмом. Она существовала на приморских низменностях на территории современного Корякского нагорья и Северо-Западной Камчатки (рис. 1). Возраст ее определен по соотношениям флороносных слоев с морскими отложениями, содержащими остатки моллюсков и фораминифер. В ее тафофлорах покрытосеменные растения составляют немногим более половины от общего числа видов, их отпечатки обильно представлены в захоронениях. Среди платанообразных наиболее распространен Paraprotophyllum ignatianum, часто представленный листьями крупных размеров. Во всех тафофлорах обязательно присутствуют цикадофиты, папоротники немногочисленны, а из гинкговых встречаются лишь Ginkgo ex gr. adiantoides, отпечатки которого в некоторых захоронениях весьма многочисленны. Реликты представлены родами Hausmannia, Arctopteris, Sagenopteris (?), Pityophyllum и цикадофитами; представители чекановскиевых не встречены.

Судя по составу и географическому положению захоронений сантон-кампанских палеофлор ОЧВП, свободного расселения растений с приморских низменностей в это время не было. На обширных пространствах вулканогенного пояса покрытосеменные растения, расселившиеся в туроне – коньяке, были изолированы от приморской «прародины» и подавлены массированным поступлением на дневную поверхность кислого вулканического

материала, они стали малочисленны и мелколистны. Сопутствующие им таксоны хвойных, вероятно, оказались в этой обстановке более успешны.

Тафофлоры ольской, амгуэмской и усть-эмунэрэтской флор происходят из кислых вулканогенных образований поздней стадии развития ОЧВП, которые образовывали, вероятно, наиболее обширные вулканические поля за все время формирования этой структуры. На современном эрозионном срезе представлены лишь сохранившиеся фрагменты этих полей – вероятно, центральные, глубинные их части. Судя по систематическому составу ольской и амгуэмской флор, у них не было (или почти не было) связей с барыковской флорой. У усть-эмунэрэтской тафофлоры такая связь была. Как же попали барыковские растения в пределы Чинейвеемского вулканического поля? Если бы в сантоне – кампане существовал водоток, по которому растения с приморских низменностей могли проникнуть вглубь засыпанной тефрой и залитой лавами территории и сформировать там усть-эмунэрэтскую тафофлору, то геоморфологическая целостность поля неизбежно была бы нарушена. Чинейвеемское поле просто не сохранилось бы до следующего этапа вулканизма и тем более до современности. Анализ геологических картографических материалов (рис. 7, 8) позволяет дать феномену появления усть-эмунэрэтской тафофлоры иное объяснение.

В верховьях р. Убиенка и среднем течении р. Чинейвеем толщи кислых вулканитов с несогласием перекрывают не только ранние образования ОЧВП, но и отложения Пенжинского прогиба. Нам кажется логичным предположить, что ареал барыковской флоры включал в себя все пространство Анадырско-Корякского субрегиона. Скорее всего, в сантоне – кампане на северо-западную часть приморских низменностей обрушились пеплопады и излияния кислых, но достаточно подвижных, лав риолитов и риодацитов. Тотального уничтожения растительности, конечно, не произошло – она вновь и вновь восстанавливалась, получая семенной материал из рефугиумов и с соседних приморских территорий, не затронутых вулканизмом. В новых условиях состав ее несколько изменился, листья покрытосеменных стали более мелкими. Можно сказать, что не барыковские растения проникли в вулканическую область, это вулканическая область, расширившись, вобрала в себя часть местообитаний растений барыковской флоры. Чуть позже – по геологическим меркам времени – адаптировавшиеся к жизни на вулканитах группы барыковских растений могли продвинуться и за пределы своего бывшего ареала. Впрочем, судя по количеству сохранившихся захоронений, такое продвижение не было особо успешным. На Восточной Чукотке захвата ареала барыковских растений не произошло, и амгуэмская флора сохранила «ольский» облик – обычный для вулканических полей того времени.

Итак, в конце альба – начале турона на северо-восточной окраине Евразийского континента сосуществовали «мезофитная» буор-кемюсская флора с преобладанием папоротников и голосеменных, а также вполне «кайнофитная» гребенкинская флора, в которой доминировали покрытосеменные растения. Их смешению и расселению покрытосеменных и сопутствующих им групп растений с приморских низменностей вглубь материка препятствовали обширные вулканические поля. Такое расселение началось лишь в туроне – коньяке, когда сплошность вулканических полей по берегам бассейна Пенжинского прогиба была нарушена. По геологическим меркам времени это продолжалось недолго, и в сантоне – кампане вулканизм поздней стадии развития ОЧВП вновь изолировал внутренние районы Северо-Востока Азии от приморских низменностей, что привело к формированию своеобразных ольской и аркагалинской флор.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Покрытосеменные, или цветковые, растения впервые появились в начале мелового периода в средних и низких широтах Азии и Северной Америки и достигли арктических регионов этих континентов в альбское время (Samylina, 1968; Smiley, 1969a, 1969b; Retallack, Dilcher, 1986; Herman, 2002, 2013). В раннем и среднем альбе покрытосеменные были еще очень редки и, вероятно, населяли преимущественно нарушенные местообитания по берегам рек и морских бассейнов, что могло быть связано с хорошей защищенностью их семязачатков, укороченным репродуктивным циклом и склонностью к неотении и неспециализированным методам опыления и распространения семян (Stebbins, 1974) – адаптациями, характерными для ранних покрытосеменных (Retallack, Dilcher, 1981b). В течение позднего альба – позднего мела на Северо-Востоке Азии происходило постепенное замещение мезофитных растительных сообществ кайнофитными и сосуществование тех и других типов растительности во внутриматериковых районах Северной Азии.

Ранние покрытосеменные, однако, существовали не сами по себе, изолированно. Одновременно с покрытосеменными, по-видимому, расселялись и сопутствующие им продвинутые формы папоротников и хвойных, вместе с ними формировавшие самостоятельные растительные сообщества. Наблюдения состава захоронений растительных остатков в местонахождениях Северо-Востока Азии (Самылина, 1974; Герман, 2011) позволяют считать, что происходило замещение не отдельных растений на более продвинутые (что, вероятно, было сложно из-за взаимосвязей растений в сложившемся растительном сообществе и устойчивости последнего к «инвазиям» чуждых ему элементов), а целиком растительных сообществ. Продвинутые сообщества какое-то время могли сосуществовать на ограниченной территории с более древними, не смешиваясь с ними, пока первые окончательно не вытесняли вторые (Самылина, 1974). Такое вытеснение, очевидно, должно было быть не постепенным, а носить характер «плавных скачков», поскольку любое растительное сообщество обладает благодаря взаимосвязи в нем всех компонентов устойчивостью к внешним переменам, и лишь определенная амплитуда последних может привести к распаду сообщества и замещению его новым, более приспособленным к изменившимся условиям.

В течение позднего альба и позднего мела богатые покрытосеменными сообщества, расселившись сначала на приморских аллювиальных низменностях и равнинах Анадырско-Корякского субрегиона в восточной оконечности Азии, постепенно проникали по речным долинам и иным нарушенным местообитаниям вглубь материка, где они со временем вытесняли существовавшую ранее мезофитную папоротнико-голосеменную растительность, какое-то время, однако, сосуществуя с ней на ограниченной территории.

В становлении флор кайнофита на Северо-Востоке Азии огромную роль сыграл вулканизм ОЧВП. Он создал особую среду обитания, в которой сформировались флоры, как правило заметно отличающиеся по систематическому составу от одновозрастных флор приморских низменностей. Обычно во флорах вулканогенного пояса мало или нет совсем видов, общих с приморскими флорами, постоянно присутствуют реликтовые формы растений, в некоторых флорах, таких как чаунская или ольская, участие покрытосеменных крайне незначительно, тогда как в одновозрастных приморских флорах они доминируют. Исключение составляет лишь чинганджинская палеофлора. Эти различия обычно объясняют тем, что флоры вулканической области являются горными, их местообитания были

возвышенными. Однако, по нашему мнению, имеется достаточно оснований считать, что древние растения вулканической области, сформировавшие захоронения, обитали на незначительных высотах – близ базиса эрозии. При этом, конечно, сюда со склонов могли попадать семена растений, уцелевших от уничтожения.

Для объяснения особенностей состава меловых флор области активного вулканизма авторы этой работы использовали данные о формировании растительного покрова современных вулканических плато Центральной Камчатки. Подчеркнем, что речь идет об условиях существования лишь тех групп древних растений, которые могли попадать в захоронения. Об остальных мы просто ничего не знаем. Полагаем, что важнейшим фактором при восстановлении уничтоженного извержением растительного покрова является наличие поблизости источников диаспор. В глубинные районы ОЧВП споры, семена и вегетативные части растений извне не попадали или попадали в очень незначительном количестве. Восстановление растительного покрова, вероятно, происходило за счет пула местных видов, уцелевших в случайных рефугиумах. При этом в среде обитания древних растений области наземного вулканизма отсутствовал или был слабо выражен локализованный сток. По сравнению с соседними районами это сильно замедляло процессы эрозии и препятствовало распространению цветковых растений с освоенных ими приморских низменностей.

Отметим, что в отличие от равнин или приморских низменностей, в области наземного вулканизма было изобилие материала, пригодного для захоронения остатков растений. Это делало возможным фоссилизацию представителей видов и целых растительных группировок, у которых в обычных условиях почти не было шансов попасть в захоронения, поскольку они существовали очень недолго и на ограниченной территории.

Первые растительные сообщества, в которых доминировали покрытосеменные растения, долго были изолированы вулканическими полями на прибрежно-морских низменностях Анадырско-Корякского субрегиона. В туроне – коньяке эта изоляция была нарушена, и они стремительно заселили внутриматериковые пространства. Новая активизация вулканизма в коньякском веке прервала связи кайнофитных растительных сообществ с приморскими низменностями и заставила их развиваться самостоятельно в пределах обширных вулканических полей.

Благодарности. За помощь в работе, советы и критику авторы выражают глубокую признательность И.Л. Жулановой, Т.Б. Русаковой (Северо-Восточный комплексный НИИ ДВО РАН), М.Г. Моисеевой (Геологический институт РАН), А.П. Кораблёву, Н.В. Носовой, Д.В. Громыко (Ботанический институт РАН), Н.В. Петушковой (ВСЕГЕИ).

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках темы госзадания Ботанического института РАН «Ископаемые растения России и сопредельных территорий: систематика, филогения, палеофлористика и палеофитогеография» (№ АААА-А19-119021190031-8), а также в рамках темы госзадания № 0135-2019-0044 Геологического института РАН «Фитостратиграфия, палеофлористика, кризисные события кайнозоя, мезозоя и палеозоя различных регионов Евразии, палеоклиматические, палеофитоценотические и палеофитогеографические реконструкции» и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 19-05-00121-а и 19-05-00805-а) и частично Программы Президиума РАН «Эволюция биосферы». Издание книги осуществлено за счет гранта РФФИ № 19-15-0035.

АТЛАС РАСТЕНИЙ ОЛЬСКОЙ ФЛОРЫ ИЗ ВЕРХНЕГО МЕЛА СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

Растения ольской флоры были описаны В.А. Самылиной (1988) в составе «аркагалинской стратофлоры». Она использовала материал четырех коллекций из ольской, первомайской и мыгдыкитской свит Ольского и Гипотетического вулканических полей Северного Приохотья (рис. 58). В настоящее время к ним добавились еще две коллекции, собранные из вулканитов Ольского поля. Весь материал хранится в БИН РАН.

Коллекция 534 передана В.А. Самылиной В.В. Жерихиным по результатам его полевых сборов в 1978 г. Она включает 76 образцов. Сборы проводились в одном местонахождении на левобережье руч. Обещающий на северо-западной окраине Ольского вулканического поля. Листы P-56-XXV, XXVI Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 на эту территорию были изданы значительно раньше, и местонахождение на них не показано.

Местонахождение на руч. Обещающий было открыто в 1976 г. сотрудниками Нил-Хурэнджинского полевого отряда Тенькинской КГРЭ, которым руководил В.П. Карчавец.

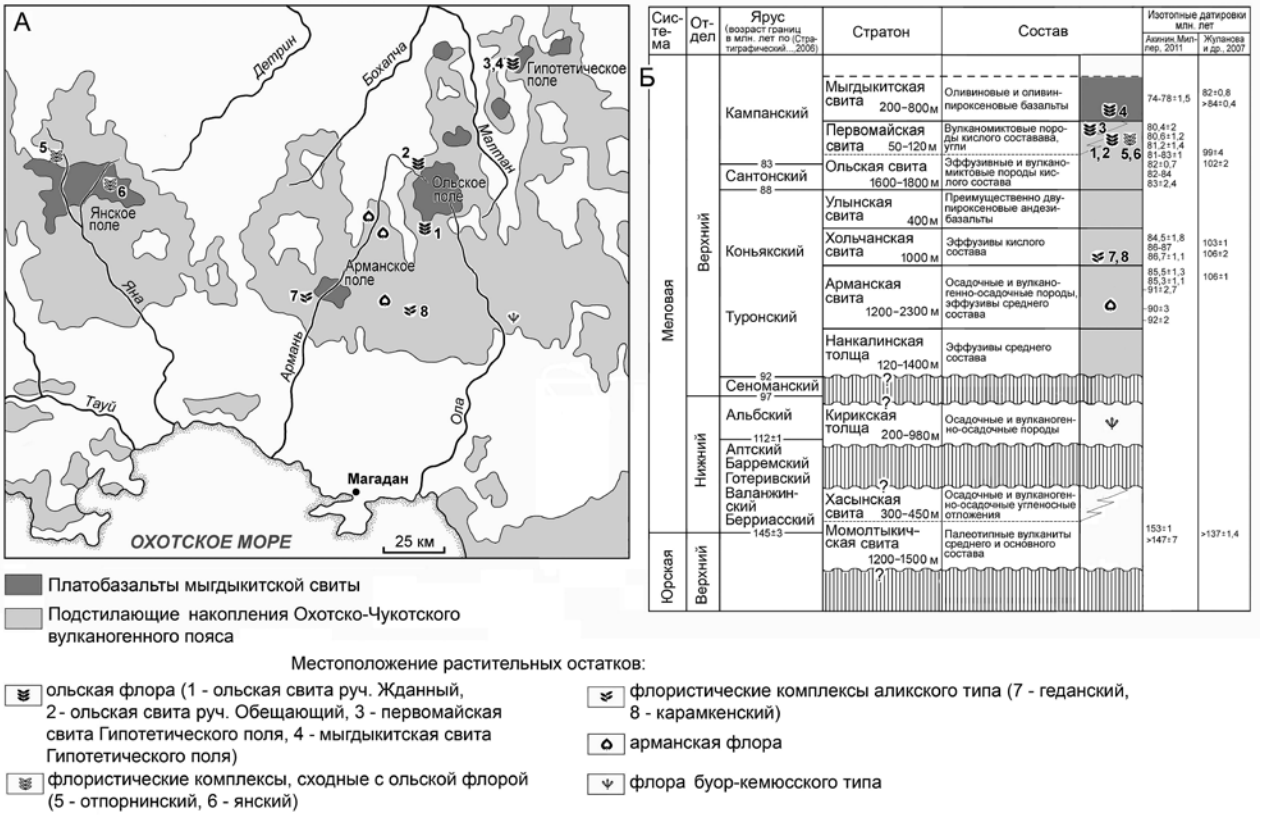


Рис. 58. Распространение вулканических накоплений Примагаданского района ОЧВП по площади (А) и в стратиграфическом разрезе (Б), а также основные местонахождения остатков ископаемой флоры по работе (Белый, Самылина, 1987) с добавлениями

Геологов заинтересовали в первую очередь многочисленные остатки насекомых хорошей сохранности. Они происходили из линзовидного пласта тонкогоризонтальнослоистых пепловых и алевритовых туфов, залегающих непосредственно под мыгдыкитскими базальтами. Собранная коллекция была отправлена в Палеонтологический институт АН СССР. В.В. Жерихин определил присланный материал и в 1978 г. организовал собственные полевые работы на местонахождении. Палеоэнтомологи собирали, конечно, главным образом остатки насекомых, а находки отпечатков растений, вероятно, были попутным результатом их работы. Большинство образцов собранной ими коллекции очень миниатюрны – многие из них обычный коллектор просто пропустил бы на местонахождении.

Коллекция 537 была передана В.А. Самылиной Ю.Г. Кобылянским и Г.Г. Филипповой по сборам 1968 г. Она включает 18 образцов (Самылина, 1988). Сборы проводились в истоках руч. Жданный в слоях самой верхней части ольской свиты.

Коллекция 539, включающая 92 образца, собрана В.Ф. Белым в 1981 г. в истоках руч. Жданный на юге Ольского вулканического поля. При этом им был подробно описан разрез верхней части ольской свиты, включающей флороносные отложения (Белый, Самылина, 1987). Остатки растений происходят из слоев вулканомиктовых пород, залегающих непосредственно под базальтами мыгдыкитской свиты – тт. 43, 43-1, 43-1а, 43-2. По нашему мнению, эти точки сборов можно воспринимать как единое местонахождение. Вероятно, здесь же проводились сборы, составившие коллекцию 537.

Кроме того, В.Ф. Белым собраны остатки растений в 120–140 м ниже по разрезу в тт. 39-1, 39-2, 41-1.

Коллекция 540, состоящая из 57 образцов (Самылина, 1988), собрана В.Ф. Белым из отложение первомайской и мыгдыкитской свит на южном и юго-западном флангах Гипотетического вулканического поля. Эти сборы также сопровождались детальным описанием частных разрезов, включающих флороносные отложения (Белый, Самылина, 1987).

Коллекция 1591 собрана С.В. Щепетовым в 1993 г. в истоках руч. Жданный из осыпей и развалов на склоне в пределах участка примерно 200 на 100 м, который включает местонахождения тт. 43, 43-1, 43-1а, 43-2, изученные Белым в 1981 г. (коллекция 539). Сборы носили кратковременный характер и были ориентированы в основном на поиски остатков покрытосеменных растений.

Коллекция 1583 собрана в 2014 г. Л.Б. Головнёвой, С.В. Щепетовым и П.И. Алексеевым и в истоках руч. Жданный. Сборы остатков растений проводились в точках, примерно соответствующих тт. 39-1, 39-2, 41-1 В.Ф. Белого (Белый, Самылина, 1987), а также на участке тт. 43, 43-1, 43-1а, 43-2. Поиски остатков растений носили планомерный характер и были прекращены лишь после того, как новые отпечатки перестали встречаться.

Ниже мы приводим перечень видов, составляющих ольскую флору, с указанием соответствующих изображений в атласе и комментариями. Определения остатков растений соответствуют таковым в монографии В.А. Самылиной (1988). Новые находки, сделанные после работ В.Ф. Белого и не вошедшие в монографическое описание «аркагалинской стратофлоры», определил С.В. Щепетов.

Thallites sp. – табл.**1**, фиг. 1–7. Отпечатки обрывков слоевищ. В отложениях Аркагалинского бассейна не встречены.

Equisetites sp. 1 – изображение отсутствует.

Equisetites sp. 2 – табл.**1**, фиг. 8, 9.

Equisetites sp. 3 – табл. **1**, фиг. 10, 11.

Equisetites sp. 4 – табл. **6**, фиг. 7.

Отпечатки участков корневищ с клубеньками, встречаются довольно редко.

Coniopteris tschuktschorum (Kryst.) Samyl. – табл. **2**, фиг. 1; табл. **3**; табл. **6**, фиг. 1, 2. Представлен двумя отпечатками, на одном из которых подобие листовой кровли из фрагментов стерильных и фертильных перьев. Ранее был установлен только в Аркагалинском бассейне.

Sphenopteris sp. – табл. **6**, фиг. 3, 4. Отпечаток фрагмента стерильного пера, форма перышек которого несколько отличается от таковой у Coniopteris tschuktschorum (Kryst.) Samyl.

?**Asplenium** sp. – табл. **4**, фиг. 1–8. Основной материал, по которому Самылина (1988) описала этот вид, происходит из Аркагалинского бассейна. Отпечатки из ольской флоры маловыразительны и сами по себе вряд ли могут быть отнесены к данному таксону.

Hausmannia sp. – табл. **5**, фиг. 1–4. Этот род в отложениях ольской свиты ранее был неизвестен (Самылина, 1988). Отпечаток и его противоотпечаток найдены 1994 и 2014 гг., поэтому они оказались в разных коллекциях.

Cladophlebis septentrionalis Holl. – табл. **4**, фиг. 9–22; табл. **1**, фиг. 12–19; табл. **8**, фиг. 2, 3. Вид описан В.А. Самылиной (1988) в основном по материалу из Аркагалинского бассейна. Материал из ольской флоры сам по себе, вероятно, недостаточен для видового определения.

Cladophlebis sp. – табл. **6**, фиг. 5, 6. В коллекциях имеется единственный образец неважной сохранности, но мы сохраняем его определение вслед за В.А. Самылиной (1988).

Lobifolia sp. 1 – табл. **4**, фиг. 23–28; табл. **5**, фиг. 1, 2.

Lobifolia sp. 2 – табл. **4**, фиг. 29–32.

Эти папоротники представлены несколькими отпечатками фрагментов мелких стерильных перьев. В Аркагалинском бассейне не обнаружены.

Polypodiopsida gen. et sp. indet. – табл. **2**, фиг. 2–5. Несколько отпечатков фрагментов перьев впервые обнаружены в 2014 г., определить родовую принадлежность их пока не удалось.

Taeniopteris sp. – табл. **2**, фиг. 6–9; табл. **7**, фиг. 1–12. Отпечатки фрагментов листьев в захоронениях ольской свиты довольно редки. В отложениях Аркагалинского бассейна не обнаружены.

Ginkgo sp. – табл. **7**, фиг. 13–15; табл. **8**, фиг. 1. Весь материал в ольской флоре представлен исключительно обрывками, за все годы сборов ни одного целого листа обнаружить не удалось.

Sphenobaiera sp. – табл. **29**, фиг. 1, 2. Новая находка для ольской флоры. Вид представлен единственным отпечатком.

Czekanowskia ex gr. **rigida** Heer – табл. **6**, фиг. 10, 11. Ранее вид был известен только из отложений Аркагалинского бассейна.

Phoenicopsis ex gr. **angustifolia** Heer – табл. **6**, фиг. 8, 9; табл. **8**, фиг. 4–7; табл. **7**, фиг. 16,17. Всего в «аркагалинской стратофлоре» описано пять видов Phoenicopsis, из них в ольской флоре при отсутствии кутикул мы можем диагностировать только один. Следует отметить, что в захоронениях Аркагалинского бассейна отпечатки листьев Phoenicopsis встречаются повсеместно и в большом количестве. В захоронениях ольской флоры такие отпечатки обычны, но встречаются они не часто и не образуют на поверхностях наслоений листовых кровель.

Leptostrobus sp. – табл. **29**, фиг. 3, 4. Новая находка для ольской флоры, ранее род был известен только из отложений Аркагалинского бассейна.

Araucarites microphyllus Sveshn. – табл. **8**, фиг. 12–15. Вид описан Самылиной (1988) из отложений Аркагалинского бассейна, к нему отнесены и несколько отпечатков из мыгдыкитской свиты Гипотетического поля. Сам по себе этот ольский материал кажется нам не вполне представительным, однако отвергать определение В.А. Самылиной мы не беремся.

Cephalotaxus borealis Samyl. – табл. **9**, фиг. 1, 2. Единичные находки.

C. aff. **microphylla** Svehn. et Budants. – табл. **11**, фиг. 1, 2; табл. **10**, фиг. 1–4. Единичные находки.

Taxodium amguemensis (Efimova) Golovn. – табл. **9**, фиг. 12. Единственный отпечаток фрагмента побега неважной сохранности.

Taxus sp. – табл. **10**, фиг. 13, 14. Единственный отпечаток фрагмента облиственного побега. По форме листьев похож на Taxus brachyphylla Samyl. из аркагалинской свиты.

Abies sp. 2 – табл. **9**, фиг. 3, 4. Единственный отпечаток участка конечного побега с частично сохранившимися листьями (Самылина, 1988) из ольской свиты руч. Обещающий.

Picea sp. 1 – табл. **12**, фиг. 1, 2.

Picea sp. 2 – табл. **8**, фиг. 8–11.

Picea sp. 3 – табл. **28**, фиг. 1–12.

Picea sp. 4 – табл. **13**, фиг. 23–26.

Picea sp. 5 – табл. **13**, фиг. 27, 28.

Picea sp. 6 – табл. **13**, фиг. 29, 30.

?**Picea** sp. – табл. **13**, фиг. 31, 32.

Larix sp. – табл. **12**, фиг. 3, 4.

Разнообразные семенные чешуи, встречаются в захоронениях ольской флоры нерегулярно, но довольно часто.

Pseudolarix kolymensis Samyl. – табл. **15**, фиг. 6-9; табл. **20**, фиг. 1, 2. Описан В.А. Самылиной (1988) из отложений Аркагалинского бассейна, в ольской флоре обнаружен впервые.

Cedrus sp. – табл. **13**, фиг. 1, 2. Отпечатки семенных чешуй. В захоронениях «аркагалинской стратофлоры» встречаются редко.

Pinus sp. 1 – табл. **14**, фиг. 1–6. Шишки.

Pinus sp. 2 – табл. **14**, фиг. 7, 8. В коллекциях два отпечатка брахибластов с пучком из четырех листьев. В Аркагалинском бассейне не встречены.

Pityocladus pseudolarixoides Samyl. – табл. **8**, фиг. 16–21; табл. **15**, фиг. 1–3. Отпечатки длинных побегов сосновых хвойных с брахибластами довольно редки, но встречаются и в ольской, и в аркагалинской свитах.

Pityophyllum ex gr. **nordenskioldii** (Heer) Nath. – табл. **15**, фиг. 4, 5.

P. ex gr. **staratschinii** (Heer) Nath. – табл. **15**, фиг. 10–20.

Pityospermum minutum Samyl. – табл. **13**, фиг. 3–8.

P. parvulum Samyl. – табл. **13**, фиг. 9–12.

P. piniformis Samyl. – изображение отсутствует.

P. semiovale Samyl. – табл. **13**, фиг. 13–16.

Pityospermum sp. 1 – табл. **13**, фиг. 17, 18.

Отпечатки семян сосновых хвойных с крылатками регулярно встречаются в захоронениях аркагалинской, ольской и мыгдыкитской свит.

Pityostrobus sp. – табл. **12**, фиг. 5–9; табл. **14**, фиг. 9–12. Отпечатки шишек сосновых хвойных.

?**Sequoia minuta** Sveshn. – табл. **27**, фиг. 5–9. Вид описан по материалу из Аркагалинского бассейна с использованием эпидермально-кутикулярного метода. Экземпляры из ольской флоры отнесены В.А. Самылиной к этому виду, вероятно, на основании морфологического сходства побегов. Таких побегов в ольской флоре мало, их морфологические особенности кажутся нам недостаточно выразительными, однако мы сохраняем это определение для ольской флоры.

Sequoia sp. – табл. **11**, фиг. 3–8. Побеги, обнаруженные после описания «аркагалинской стратофлоры», которые не удалось отнести ни к одному из описанных В.А. Самылиной (1988) видов.

?**Sequoiadendron microphyllum** Samyl. – табл. **27**, фиг. 1–4. При описании этого вида В.А. Самылина использовала многочисленный материал из Аркагалинского бассейна и

изучала препараты кутикул листьев с побегов. К нему же она отнесла несколько образцов из ольской свиты, лишенных кутикул. Ольский материал сам по себе представляется нам недостаточно выразительным для такой диагностики, однако мы сохраняем определение Самылиной.

Metasequoia sp. 1 – табл. **16**, фиг. 4–9. На многочисленном материале из Аркагалинского бассейна Самылина описала новый вид метасеквои и определила ещё два вида. В коллекции из мыгдыкитской свиты имеется только три отпечатка фрагментов побегов метасеквой неважной сохранности, которые Самылина отнесла к M. asiatica Samyl. и M. ex gr. occidentalis (Newb.) Chaney. Этот ольский материал нам представляется недостаточным для видовых определений.

Cryptomeria cretacea Samyl. – табл. **8**, фиг. 22, 23; табл. **10**, фиг. 9, 10; табл. **27**, фиг. 10–17. Этот вид является одним из доминантов по частоте встречаемости в захоронениях Аркагалинского бассейна. В ольской же флоре он представлен лишь несколькими фрагментарными отпечатками, в определении которых мы не уверены полностью.

Cunninghamia orientalis (Philipp.) Samyl. – табл. **10**, фиг. 11, 12; табл. **11**, фиг. 11; табл. **17**, фиг. 1–10; табл. **18**, фиг. 1; табл. **19**, фиг. 1. Отпечатки растений этого вида довольно многочисленны в захоронениях Аркагалинского бассейна, а также ольской и мыгдыкитской свит Примагаданья.

Taiwania cretacea Samyl. – табл. **17**, фиг. 11а, 12–15; табл. **18**, фиг. 2–12; табл. **21**, фиг. 1–11; табл. **22**, фиг. 1–8; табл. **25**, фиг. 4, 5. Голотипом этого вида является отпечаток из ольской свиты в верховьях руч. Жданный, а препараты кутикулы В.А. Самылиной (1988) удалось приготовить только из образцов, происходящих из Аркагалинского бассейна. Отпечатки тайваний, широко распространенных в кайнозое, часто встречаются в вулканомиктовых породах ольской свиты, создавая фон захоронений.

Tollia cf. **cunninghamoides** Sveshn. et Budants. – табл. **11**, фиг. 9, 10; табл.**12**, фиг. 8b, 9b; табл. **16**, фиг. 1–3; табл. **23**, фиг. 1–6; табл. **24**, фиг. 1–12; табл. **25**, фиг. 1–3. Известна только из захоронений ольской свиты в верховьях руч. Жданный. Однако здесь она по количеству отпечатков уступает лишь Taiwania cretacea.

Libocedrus catenulata (Bell) Krysht. – табл. **26**, фиг. 1, 2. Всюду встречается очень редко.

Thuja cretacea (Heer) Newb. – табл. **26**, фиг. 3–8. В захоронениях Аркагалинского бассейна по количеству отпечатков это один из самых массовых видов. В местонахождениях ольской флоры находки единичны.

Thuja sp. – табл. **26**, фиг. 9–10. В коллекциях имеется отпечаток участка ветвящегося облиственного побега и отпечаток обрывка конечной веточки из ольской свиты с руч. Обещающий. В.А. Самылина (1988) установила, что форма листьев у данных побегов отличается от таковой у Thuja cretacea (Heer) Newb. Дополнительных сборов в этом захоронении не производилось, а в других точках ничего подобного обнаружить не удалось. В этой связи присутствие в составе ольской флоры второго вида Thuja вызывает у нас сомнения.

Elatocladus communis Philipp. – табл. **19**, фиг. 2–11; табл. **20**, фиг. 4; табл. **9**, фиг 5. В составе «аркагалинской стратофлоры», описанной В.А. Самылиной (1988), этот вид можно было считать редким – был известен один отпечаток из Аркагалинского бассейна и три – из ольской свиты Примагаданья. Последующие сборы показали, что E. communis по количеству отпечатков является одним из доминантов захоронений ольской свиты.

Elatocladus kukenliveemsis Philipp. – табл. **9**, фиг. 6–10. В составе «аркагалинской стратофлоры» этот вид, представленный несколькими отпечатками фрагментов облиственных побегов, ранее установлен не был.

Elatocladus sp. – табл. **10**, фиг. 5–8; табл. **29**, фиг. 5, 6. В захоронениях ольской свиты в верховьях руч. Жданный встречается довольно часто. Ранее такие побеги описаны не были.

Pagiophyllum sp. – табл. **23**, фиг. 7, 8; табл. **26**, фиг. 11–14. Ранее в составе «аркагалинской стратофлоры» не был известен. Встречается редко.

Cocculus cf. **extinctus** Velen. – табл. **30**, фиг. 1, 2. Представлен единственным отпечатком.

Platanaceae (?) gen. et sp. indet. sp. indet. – табл. **32**, фиг. 5, 6. Небольшой фрагмент листа с хорошо видимым лестничным третичным жилкованием, характерным для платанообразных.

Trochodendroides ex gr. **arctica** (Heer) Berry – табл. **30**, фиг. 3–8; табл. **31**, фиг. 1–10; табл. **32**, фиг. 1–5; табл. **33**, фиг. 4–10; табл. **34**, фиг. 1–7. Благодаря целенаправленным поискам в коллекциях оказалось довольно много более или менее полных отпечатков мелких листьев. Однако в захоронениях они встречаются очень редко. Возможно, листья принадлежат разным видам, но данных для точной диагностики недостаточно.

Cercidiphyllum minutum Samyl. – табл. **25**, фиг. 6, 7. Вид описан В.А. Самылиной по единственному отпечатку из ольской свиты на руч. Обещающий.

Dalbergites sp. – табл. **33**, фиг. 1–3. Единственный отпечаток, обнаруженный в 1993 г.

Cissites cf. **microphyllus** Budants. – табл. **35**, фиг. 1, 2. Единственный отпечаток очень мелкого пятилопастного листа с неразличимым жилкованием из ольской свиты руч. Обещающий. Размерами и формой лопастей он напоминает Araliaephyllum philippoviae Golovn. из энмываамской свиты Центральной Чукотки (Головнёва, Щепетов, 2014б), однако заметно отличается формой основания.

Macclintockia beringiana Herman – табл. **30**, фиг. 9, 10. Единственный отпечаток с противоотпечатком из ольской свиты руч. Жданный. Включен А.Б. Германом и С.В. Щепетовым (1997) в материал при описании вида. Остальные 19 отпечатков, указанных при описании M. beringiana, происходят из верхов барыковской свиты бухты Угольной.

Quereuxia angulata (Newb.) Krysht. – табл. **25**, фиг. 10, 11; табл. **35**, фиг. 5–20. Отдельные листочки и значительно реже фрагменты сложных листьев, встречаются повсеместно. Этот вид по количеству отпечатков, безусловно, является самым массовым в составе «аркагалинской стратофлоры», особенно в отложениях Аркагалинского бассейна. Мы полагаем, это связано с тем, что захоронение остатков прочих растений происходило именно в тех участках водоемов, где произрастало это водное растение.

Dicotylophyllum sp. 1 – табл. **35**, фиг. 3, 4. Единственный отпечаток «крошечного побега, похожего на проросток...» (Самылина, 1988, с. 94).

Dicotylophyllum sp. 2 – табл. **30**, фиг. 13; табл. **32**, фиг. 7, 8. Неполные отпечатки маленьких листьев, которые невозможно диагностировать более точно.

Lokyma onkilonica (Krysht.) Samyl. – табл. **25**, фиг. 8, 9; табл. **35**, фиг. 21, 22. Формальный род Lokyma выделен на материале из аркагалинской свиты одноименного угленосного бассейна (Самылина, 1988). В этих отложениях отпечатки крупных одиночных спорангиев встречаются довольно часто. В отложениях ольской и мыгдыкитской свит Примагаданья они относительно редки.

Carpolithes sp. 3, семя – табл. **35**, фиг. 23, 24.

Carpolithes sp. 4, семя – табл. **35**, фиг. 25, 26.

Отпечатки семян довольно многочисленны в отложениях Аркагалинского бассейна. В ольской и мыгдыкитской свитах их находки единичны.

ТАБЛИЦЫ 1–35

**Все изображения, кроме особо отмеченных,
даны в натуральную величину.**

Таблица 1

1–7 – **Thallites** sp., обрывки слоевищ:
1 – экз. 534/15;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 1583/162;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 1591/107а;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 1583/116.
8, 9 – **Equisetites** sp. 2:
8 – участок корневища с клубеньками, экз. 540/1;
9 – то же, ×3.
10, 11 – **Equisetites** sp. 3:
10 – клубеньки, экз. 534/3а
11 – то же, ×3.
12–19 – **Cladophlebis septentrionalis** Holl.:
12 – пёрышко, экз. 534/19;
13 – то же, ×3;
14 – фрагмент пера, экз. 539/6;
15 – то же, ×3;
16 – перышко, экз. 539/3;
17 – то же, ×3;
18 – пёрышко, экз. 540/4;
19 – то же, ×3.
20, 21 – раковина пресноводного моллюска:
20 – экз. 1591/200;
21 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 1

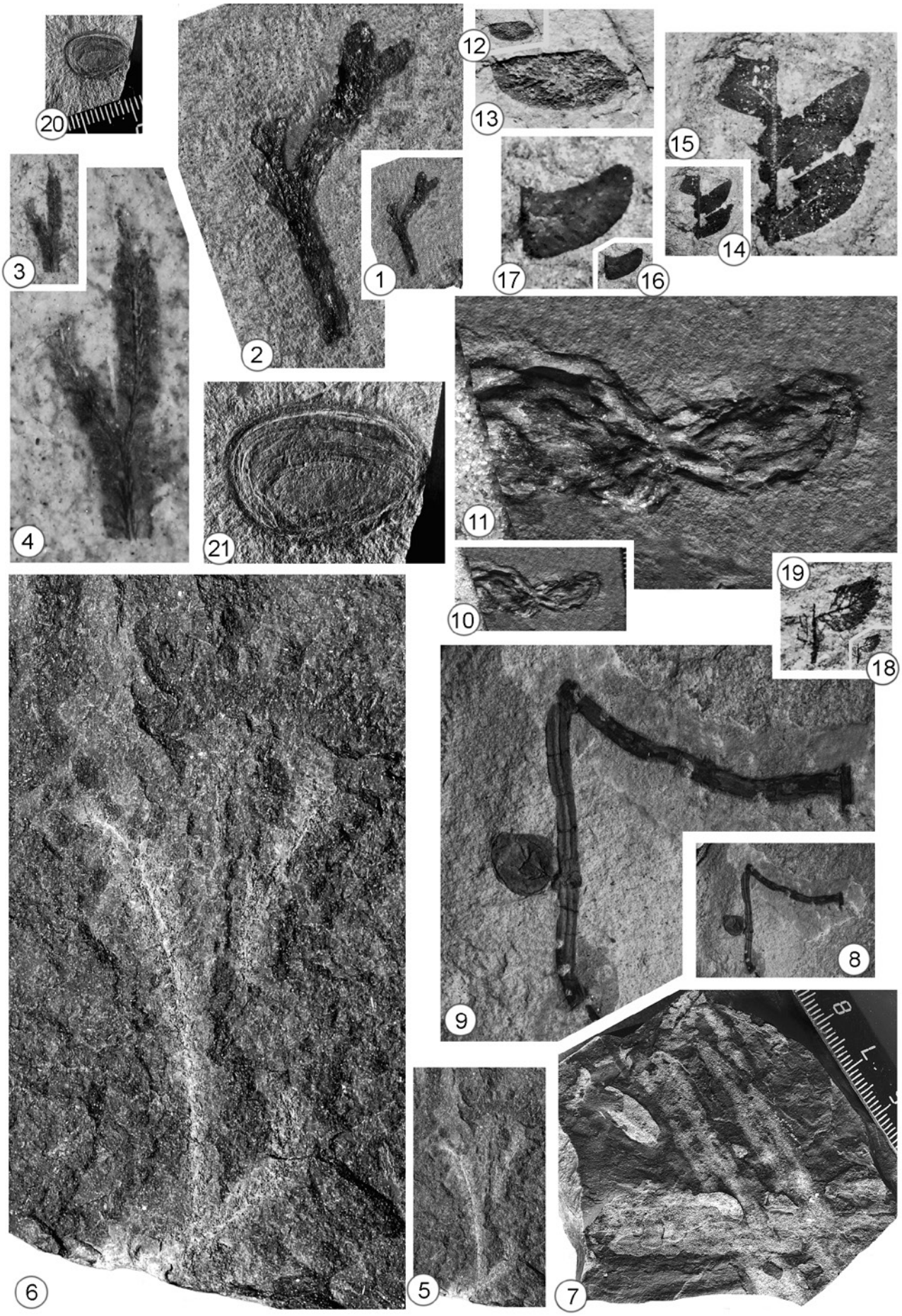


Таблица 2

1 – **Coniopteris tschuktschorum** (Kryst.) Samyl., экз. 1583/63а-1.
2–5 – **Polypodiopsida** gen et sp. indet.:
2 – фрагмент пера, экз. 1583/65;
3 – то же, ×3;
4 – верхняя часть пера, экз. 1583/63а-2;
5 – то же, ×3.
6–9 – **Taeniopteris** sp.:
6 – фрагмент листа, экз. 1591/237;
7 – то же, ×3;
8 – фрагмент листа, экз. 1591/51;
9 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 2

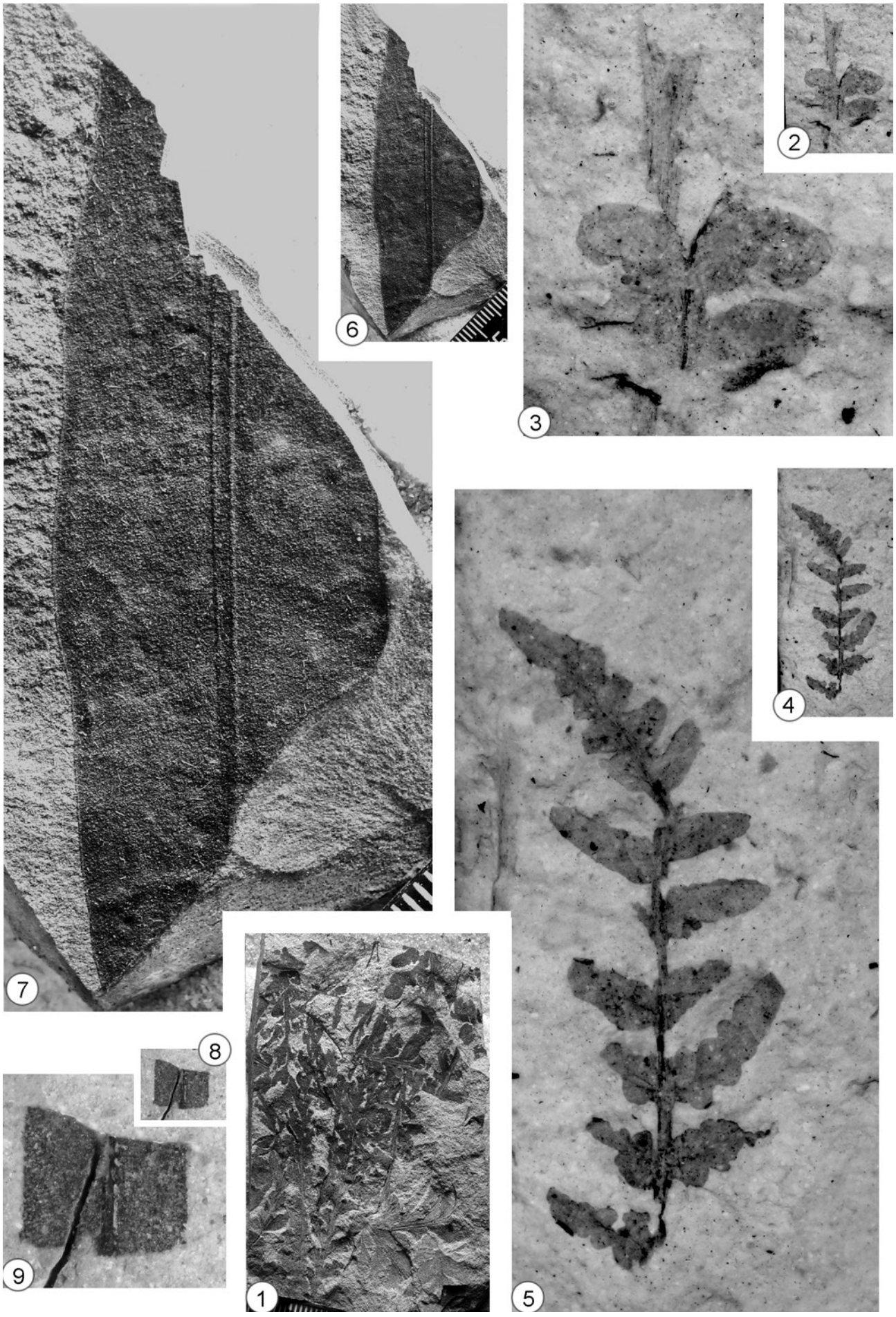


Таблица 3

Coniopteris tschuktschorum (Kryst.) Samyl., экз. 1583/63а-1, ×3 (то же, что табл. 2, фиг. 1).

ТАБЛИЦА 3

Таблица 4

1–8 – ?**Asplenium** sp.:
1 – изолированное перышко, экз. 540/10;
2 – то же, ×3;
3 – изолированное перышко, экз. 540/10;
4 – то же, ×3;
5 – изолированное перышко, экз. 540/11;
6 – то же, ×3;
7 – изолированное перышко, экз. 540/12;
8 – то же, ×3.
9–22 – **Cladophlebis septentrionalis** Holl.:
9 – фрагмент пера, экз. 540/3;
10 – то же, ×3;
11 – верхняя часть пера, экз. 534/16;
12 – то же, ×3;
13 – верхняя часть пера, экз. 534/22;
14 – то же, ×3;
15 – верхушка пера, экз. 534/24;
16 – то же, ×3;
17 – фрагмент пера, 534/23В;
18 – то же, ×3;
19 – фрагмент пера, 534/23А (противоотпечаток фиг. 17);
20 – то же, ×3;
21 – фрагмент пера, экз. 1591/317;
22 – то же, ×3.
23–28 – **Lobifolia** sp. 1:
23 – фрагмент пера, экз. 534/8;
24 – то же, ×3;
25 – нижняя часть пера, экз. 534/7;
26 – то же, ×3;
27 – перышки, экз. 534/5а;
28 – то же, ×3.
29–32 – **Lobifolia** sp. 2:
29 – фрагмент пера, экз. 534/12;
30 – то же, ×3;
31 – основание конечного пера, 534/11;
32 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 4

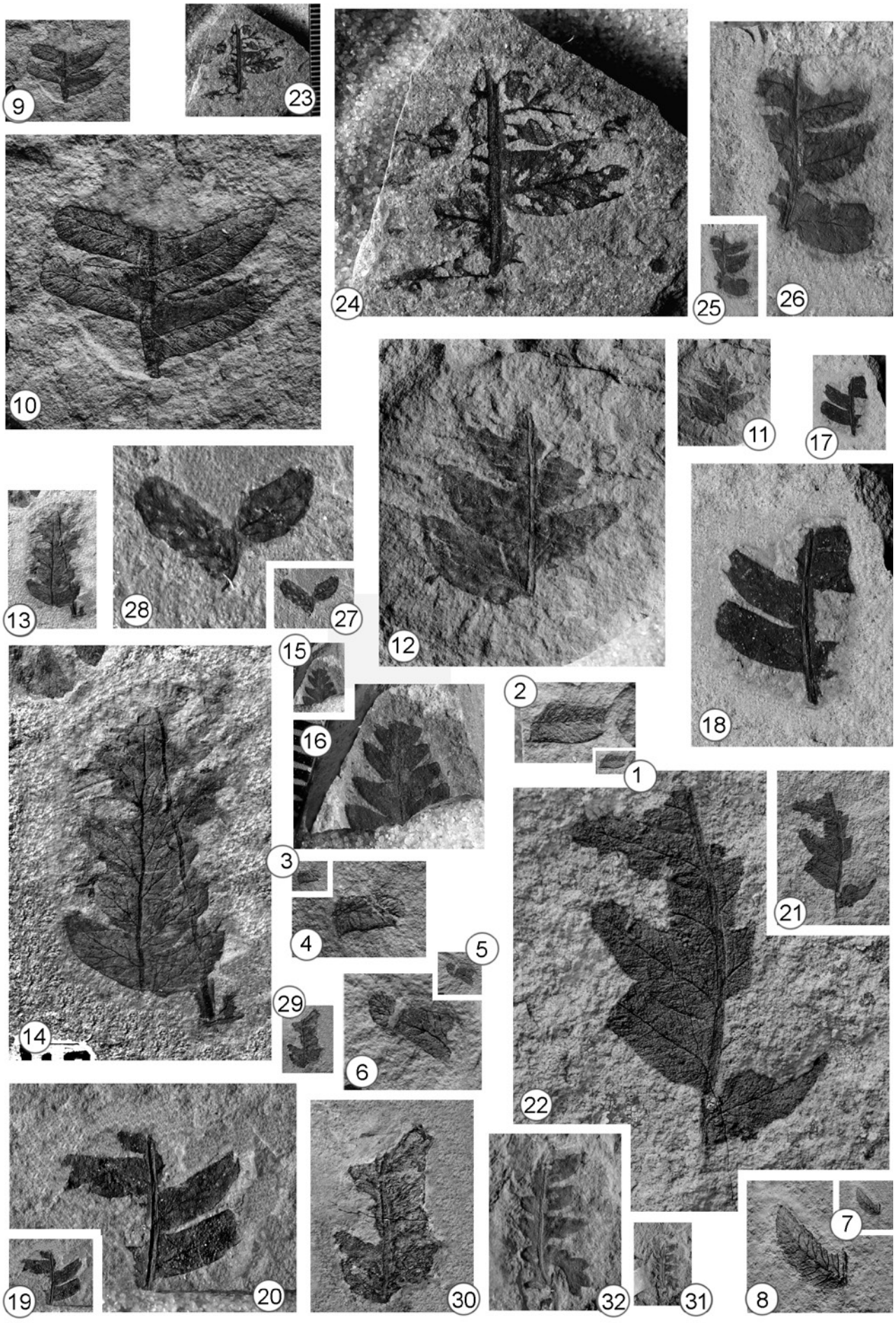

9
23
24
25
26
10
11
17
12
13
28
27
18
15
16
2
1
3
4
5
21
14
29
6
22
19
20
30
32
31
7
8

Таблица 5

1–4 – **Hausmannia** sp.:
1 – расчлененный лист, экз. 1591/1;
2 – то же, ×3;
3 – расчленённый лист, экз. 1583/113 (противоотпечаток фиг. 1);
4 – то же, ×3.
5, 6 – **Lobifolia** sp. 1:
5 – основание пера, экз. 534/4а;
6 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 5

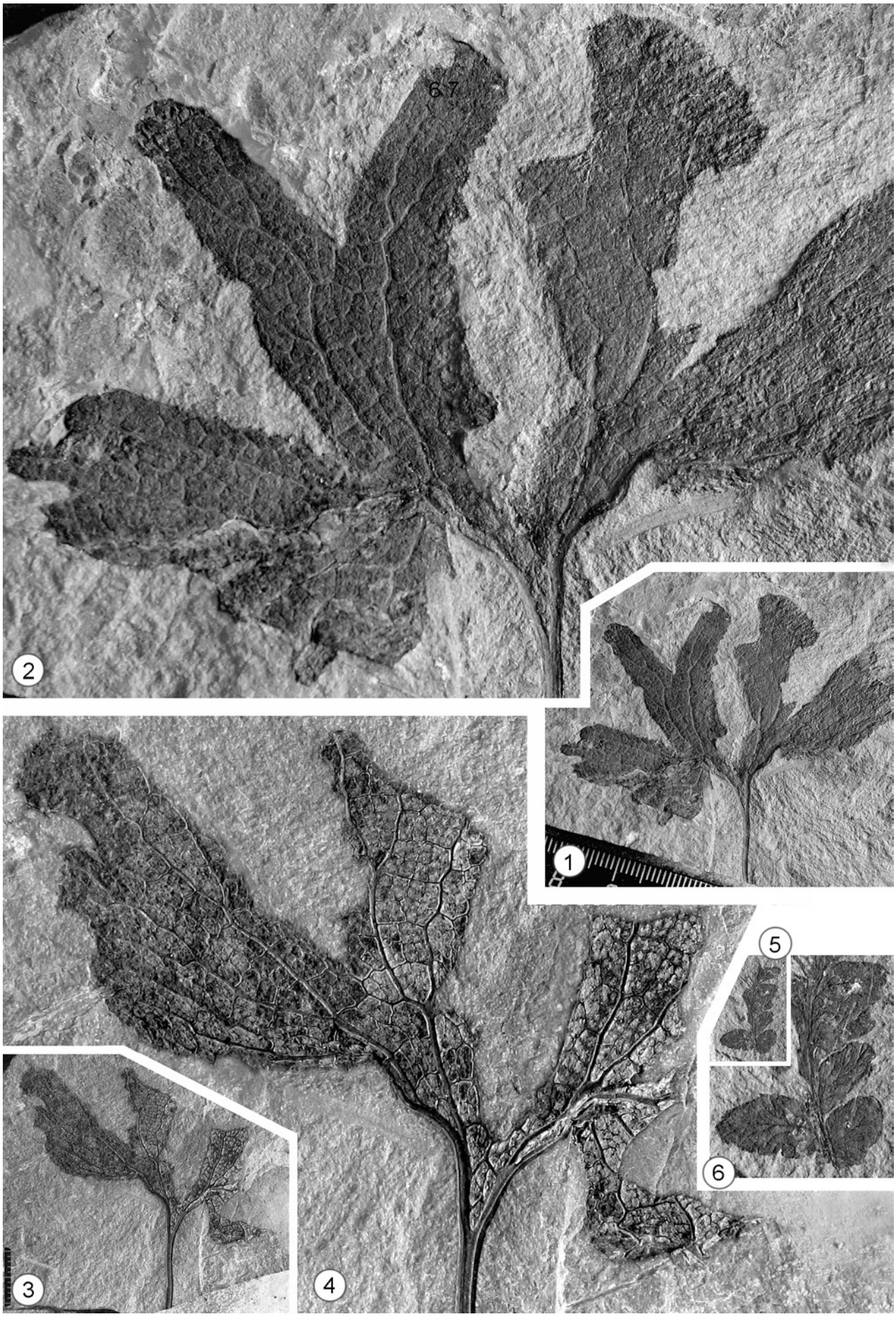


Таблица 6

1, 2 – **Coniopteris tschuktschorum** (Kryst.) Samyl.:
1 – фрагмент стерильного пера, экз. 1591/201;
2 – то же, ×3.
3, 4 – **Sphenopteris** sp.:
3 – нижняя часть пера, экз. 1587/112а;
4 – то же, ×3.
5, 6 – **Cladophlebis** sp.:
5 – фрагменты пера, экз. 540/7;
6 – то же, ×3.
7 – **Equisetites** sp. – корневище с клубеньками, экз. 1583/195.
8, 9 – **Phoenicopsis** ex gr. **angustifolia** Heer:
8 – основание пучка листьев, экз. 1583/149а;
9 – то же, ×3.
10, 11 – **Czekanowskia** ex gr. **rigida** Heer:
10 – фрагменты листьев, экз. 1583/185а;
11 – фрагменты листьев, экз. 1583/185б.

ТАБЛИЦА 6

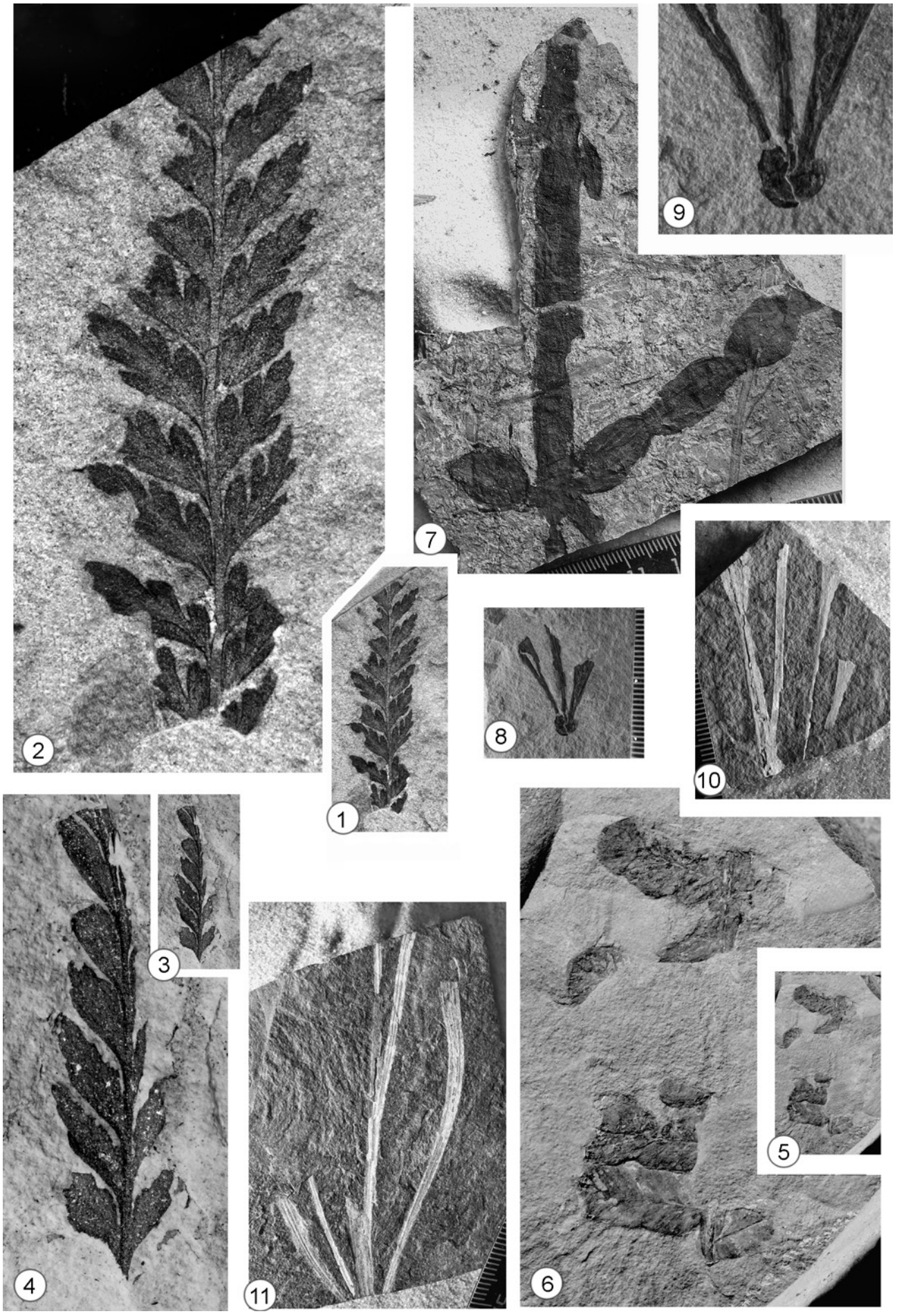


Таблица 7

1–12 – **Taeniopteris** sp., фрагменты листьев:
1 – экз. 1583/52;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 1583/55;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 1583/56;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 1583/58;
8 – то же, ×3;
9 – экз. 1583/59;
10 – то же, ×3;
11 – экз. 1583/207;
12 – то же, ×3.
13–15 – **Ginkgo** sp.:
13 – фрагмент листа, экз. 1583/210;
14 – фрагмент листа, экз. 1583/205;
15 – фрагмент листа, экз. 1583/211.
16–17 – **Phoenicopsis** ex gr. **angustifolia** Heer:
16 – пучок листьев, экз. 1583/111;
17 – деталь к фиг. 16, ×3.

ТАБЛИЦА 7

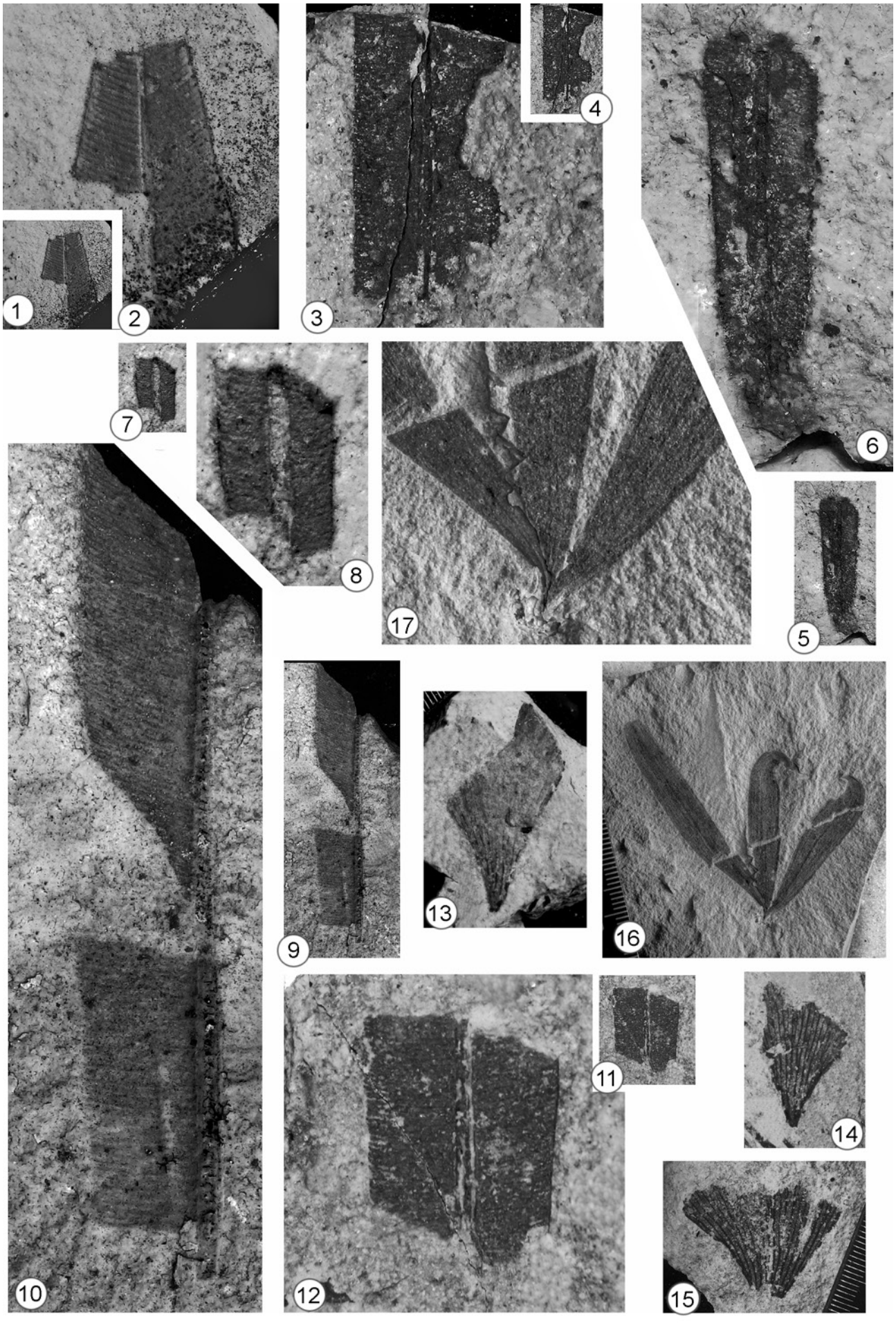


Таблица 8

1 – **Ginkgo** sp., неполный рассеченный лист, экз. 539/11.
2, 3 – **Cladophlebis septentrionalis** Holl.:
2 – изолированное перышко, экз. 540/5;
3 – то же, ×3.
4–7 – **Phoenicopsis** ex gr. **angustifolia** Heer:
4 – пучок листьев, экз. 539/18;
5 – пучок листьев, экз. 539/12а;
6 – неполный пучок листьев, экз.539/14;
7 – деталь к фиг. 6, ×3.
8–11 – **Picea** sp. 2:
8 – семенная чешуя, экз. 539/21;
9 – то же, ×3;
10 – семенная чешуя, экз. 539/20;
11 – то же, ×3.
12–15 –?**Araucarites microphyllus** Sveshn.:
12 – побег плохой сохранности, экз. 540/17;
13 – то же, ×3;
14 – побег, экз. 540/16;
15 – то же, ×3.
16–21 – **Pityocladus pseudolarixoides** Samyl.:
16 – фрагмент конечного побега, экз. 539/23;
17 – деталь к фиг. 16 (брахибласт), ×3;
18 – фрагмент конечного побега, экз. 539/25;
19 – деталь к фиг. 18, ×3;
20 – фрагмент конечного побега, экз. 539/24;
21 – деталь к фиг. 20, ×3.
22, 23 – **Cryptomeria cretacea** Samyl.:
22 – фрагмент побега, экз. 534/61б;
23 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 8

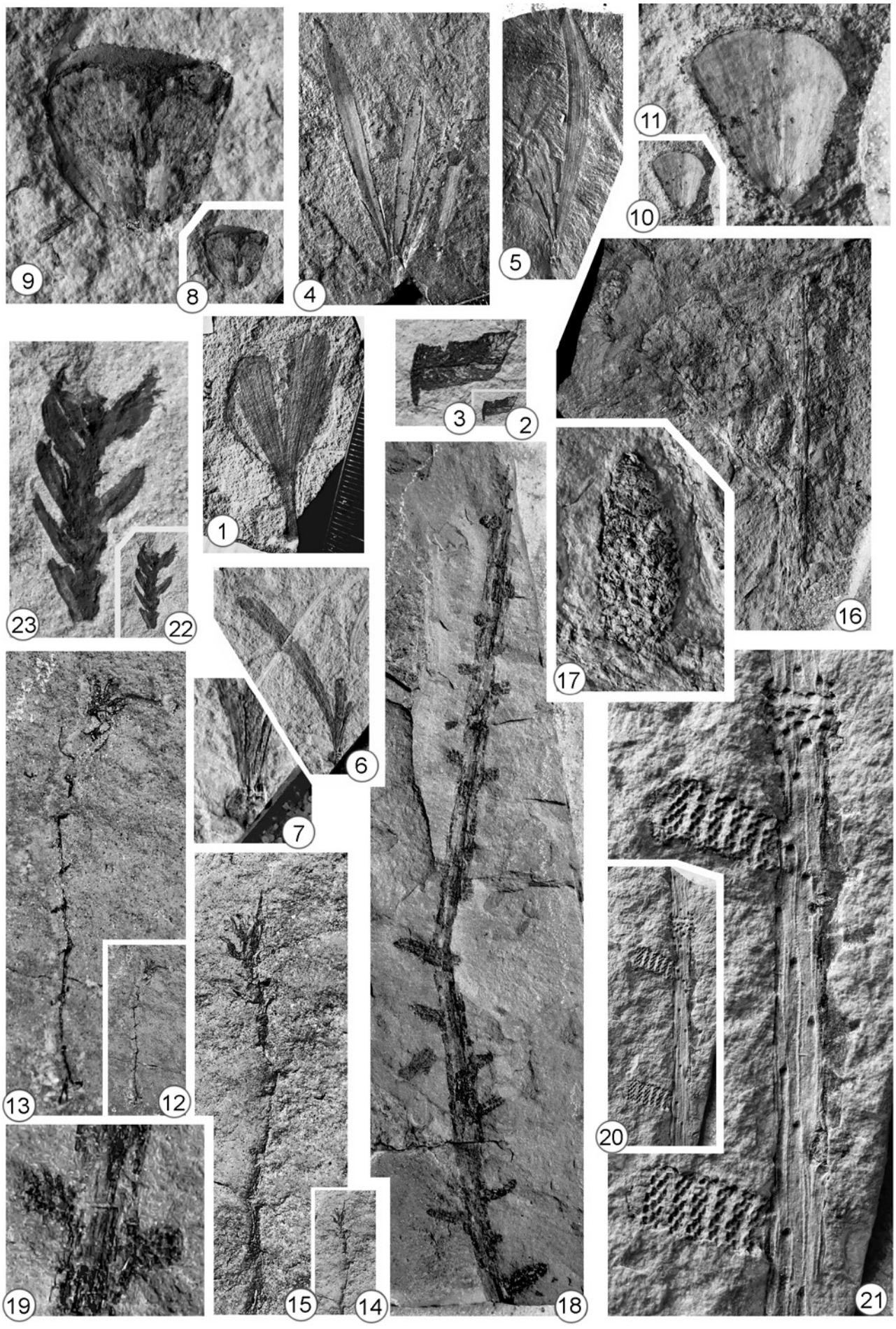


Таблица 9

1, 2 – **Cephalotaxus borealis** Samyl.:
1 – фрагмент побега, экз. 534/29;
2 – то же, ×3.
3, 4 – **Abies** sp.
3 – фрагмент побега, экз. 534/31;
4 – то же, ×3.
5 – **Elatocladus communis** Philipp., верхушка побега, экз. 539/75б.
6–10 – **Elatocladus kukenliveemsis** Philipp.:
6 – побег, экз. 1591/30;
7 – побег с шишками, экз. 1591/24;
8 – то же, ×3;
9 – побег с шишкой, экз. 1591/34;
10 – деталь к фиг. 9, ×3.
11 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants., ветвящийся побег, экз. 1591/177а.
12 – **Taxodium amguemensis** (Efimova) Golovn., фрагмент побега, экз. 540/20.

ТАБЛИЦА 9

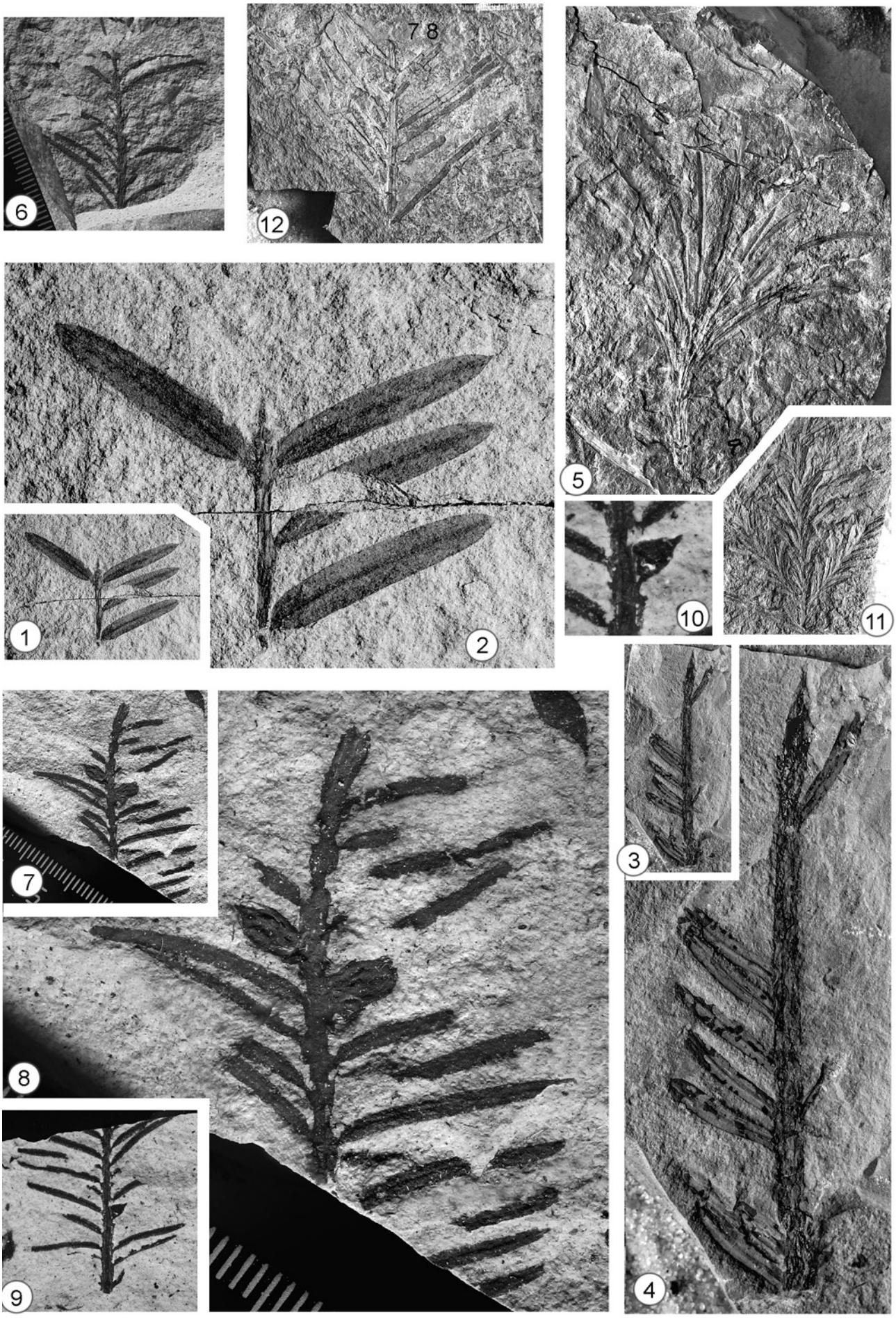


Таблица 10

1–4 – **Cephalotaxus** aff. **microphylla** Svehn. et Budants.:
1 – фрагмент побега, экз. 540/18;
2 – то же, ×3;
3 – нижняя часть побега, экз. 540/19;
4 – то же, ×3.
5–8 – **Elatocladus** sp.:
5 – ветвящийся побег, экз. 1591/253;
6 – фрагмент ветвящегося побега, экз. 1591/148;
7 – ветвящийся побег, экз. 1591/212;
8 – то же, ×3.
9–10 – **Cryptomeria cretacea** Samyl.:
9 – побег, экз. 534/60б;
10 – то же, ×3.
11, 12 – **Cunninghamia orientalis** (Philipp.) Samyl.:
11 – побег, экз. 1583/104;
12 – шишка, экз. 1591/258.
13, 14 – **Taxus** sp.:
13 – фрагмент побега, экз. 1591/205;
14 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 10

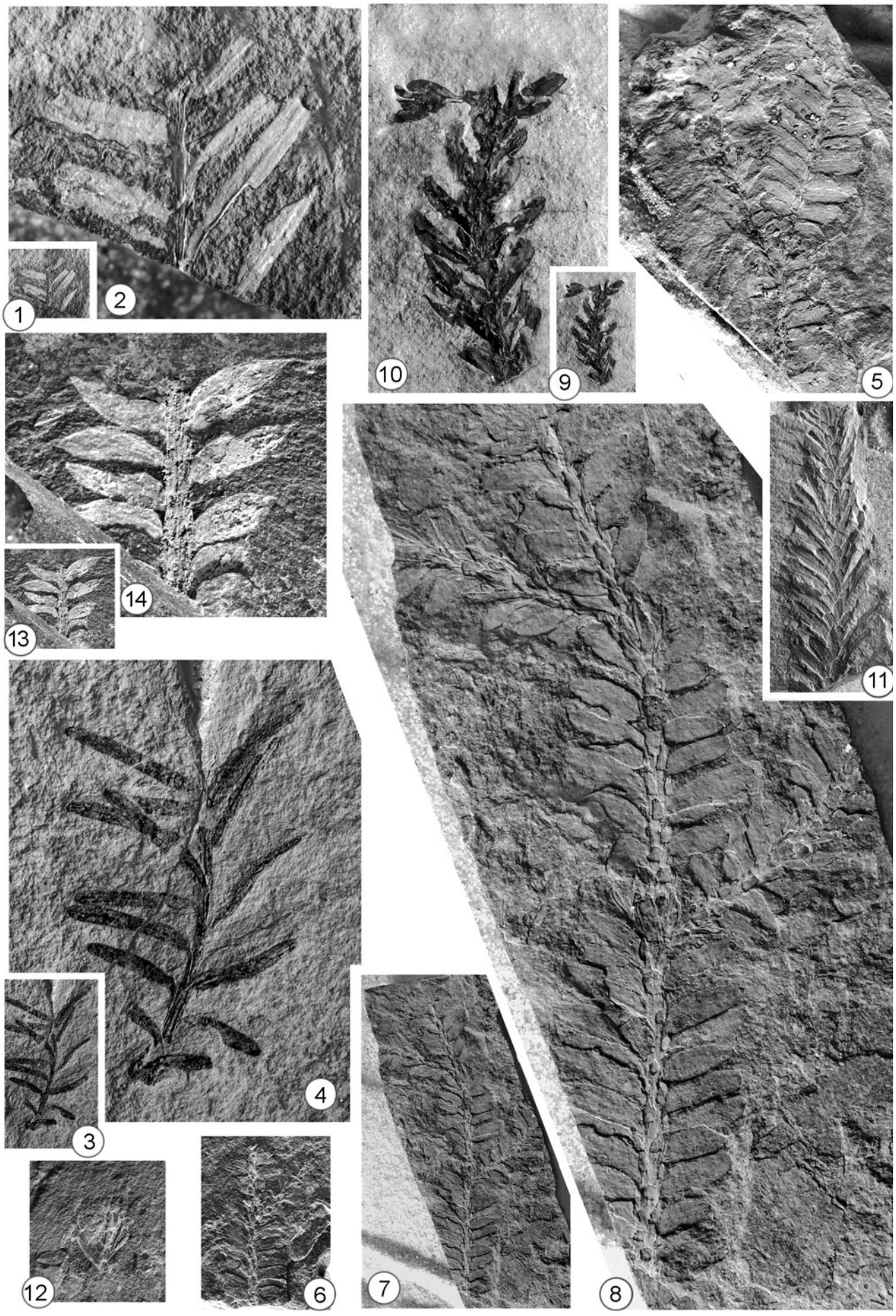


Таблица 11

1, 2 – **Cephalotaxus** aff. **microphylla** Svehn. et Budants.:
1 – побег, экз. 534/28;
2 – деталь к фиг. 1, ×3.
3–8 – **Sequoia** sp.:
3 – верхушка побега, экз. 1583/43;
4 – то же, ×3;
5 – ветвящийся побег, экз. 1591/188;
6 – то же, ×3;
7 – побег, экз. 1583/46;
8 – то же, ×3.
9–10 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants:
9 – ветвящийся побег с шишками, экз. 1583/183;
10 – то же, ×3.
11 – **Cunninghamia orientalis** (Philipp.) Samyl., фрагмент побега и шишка, экз. 1591/258.

ТАБЛИЦА 11

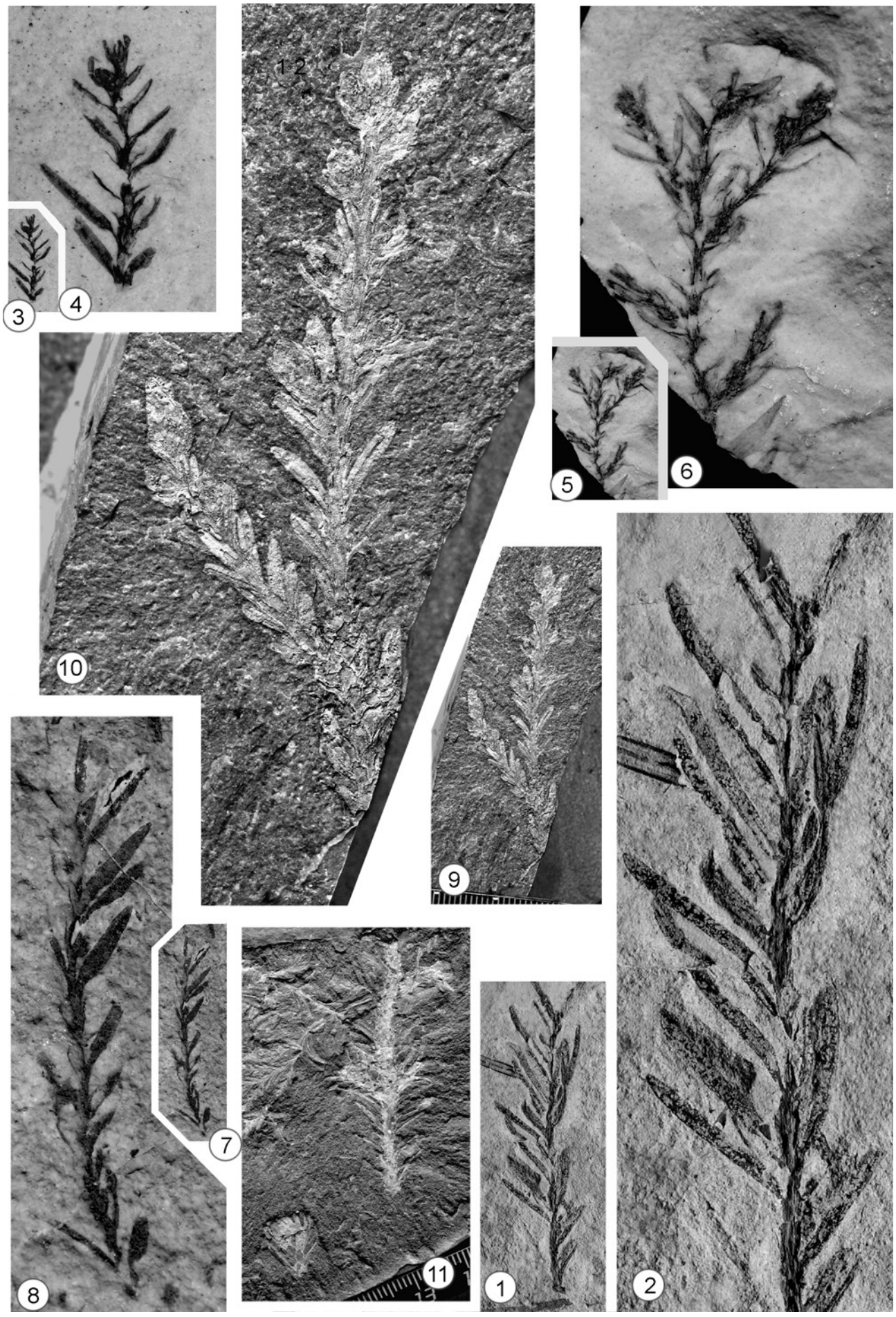


Таблица 12

1, 2 – **Picea** sp. 1:
1 – шишка, экз. 534/37;
2 – то же, ×3.
3, 4 – **Larix** sp.:
3 – семенная чешуя, экз. 534/33;
4 – то же, ×3.
5–8a, 9a – **Pityostrobus** sp.:
5 – шишка, экз 1591/184;
6 – неполная шишка, экз. 1591/291;
7 – то же, ×3;
8a – неполная шишка, экз. 1591/291;
9a – то же, ×3.
8b, 9b – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants:
8b – ветвящийся побег, экз. 1591/291;
9b – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 12

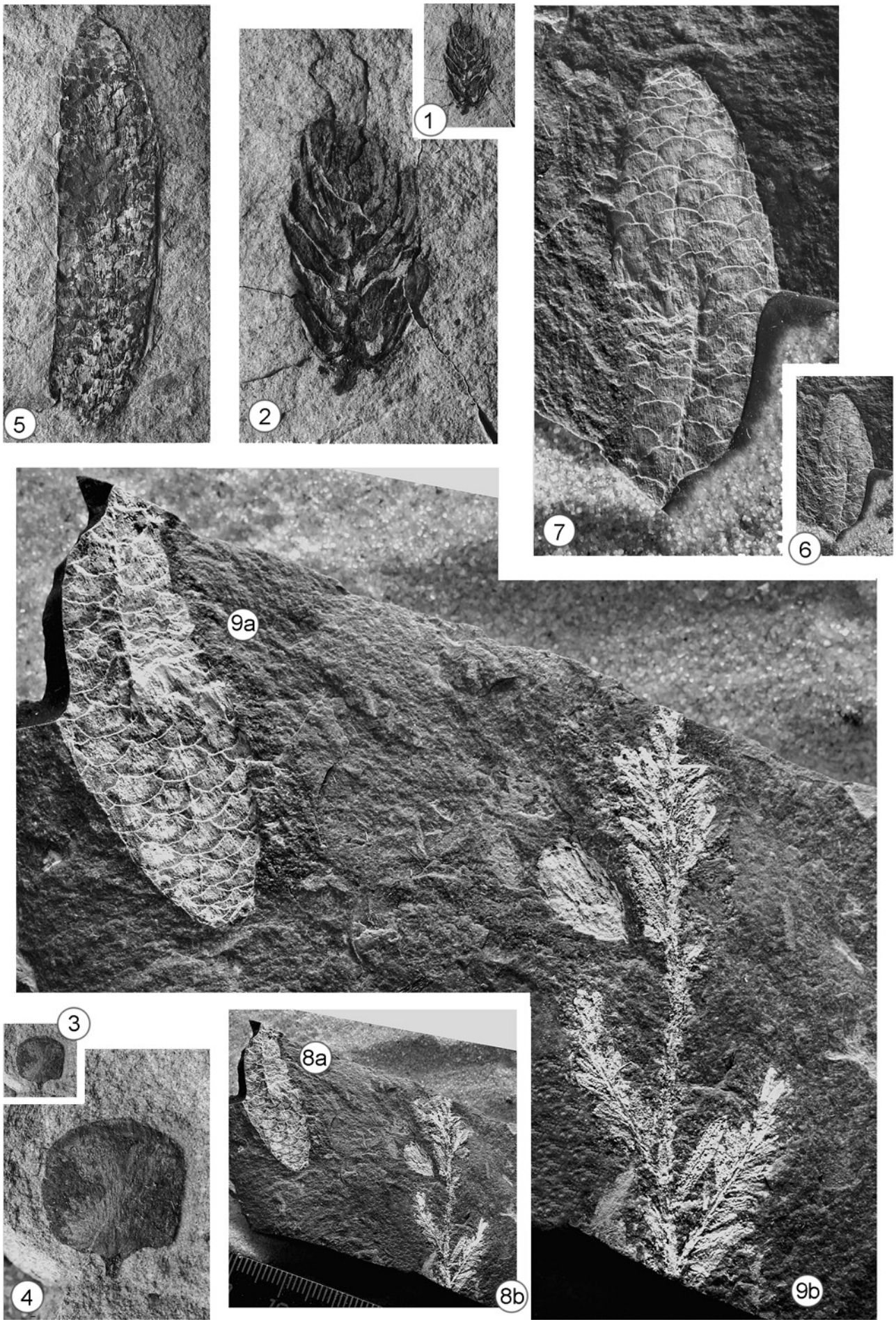


Таблица 13

1, 2 – **Cedrus** sp.:
1 – семя с крылаткой, экз. 534/32;
2 – то же, ×3.
3–8 – **Pityospermum minutum** Samyl., семена с крылатками:
3 – экз. 534/44;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 534/43;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 534/42;
8 – то же, ×3.
9–12 – **Pityospermum parvulum** Samyl., семена с крылатками:
9 – экз. 534/52;
10 – то же, ×3;
11 – экз. 534/54;
12 – то же, ×3.
13–16 – **Pityospermum semiovale** Samyl., семена с крылатками:
13 – экз. 534/49;
14 – то же, ×3;
15 – экз. 534/48;
16 – то же, ×3.
17,18 – **Pityospermum** sp. 1, семена с крылаткакми:
17 – экз. 534/50;
18 – то же, ×3.
19, 20 – **Pityospermum** sp. 2, семя с крылаткой:
19 – экз. 534/56;
20 – то же, ×3.
21, 22 – **Pityospermum** sp. 3, семя с крылаткой:
21 – экз. 1583/189;
22 – то же, ×3.
23–26 – **Picea** sp. 4, семенные чешуи:
23 – экз.1591/280;
24 – то же, ×3;
25 – экз. 1591/275;
26 – то же, ×3.
27, 28 – **Picea** sp. 5, семенная чешуя:
27 – экз. 1583/129;
28 – то же, ×3.
29, 30 – **Picea** sp. 6, семенные чешуи:
29 – экз. 1583/26;
30 – экз. 1583/31.
31, 32 – ?**Picea** sp., семенная чешуя:
31 – экз. 1583/30;
32 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 13

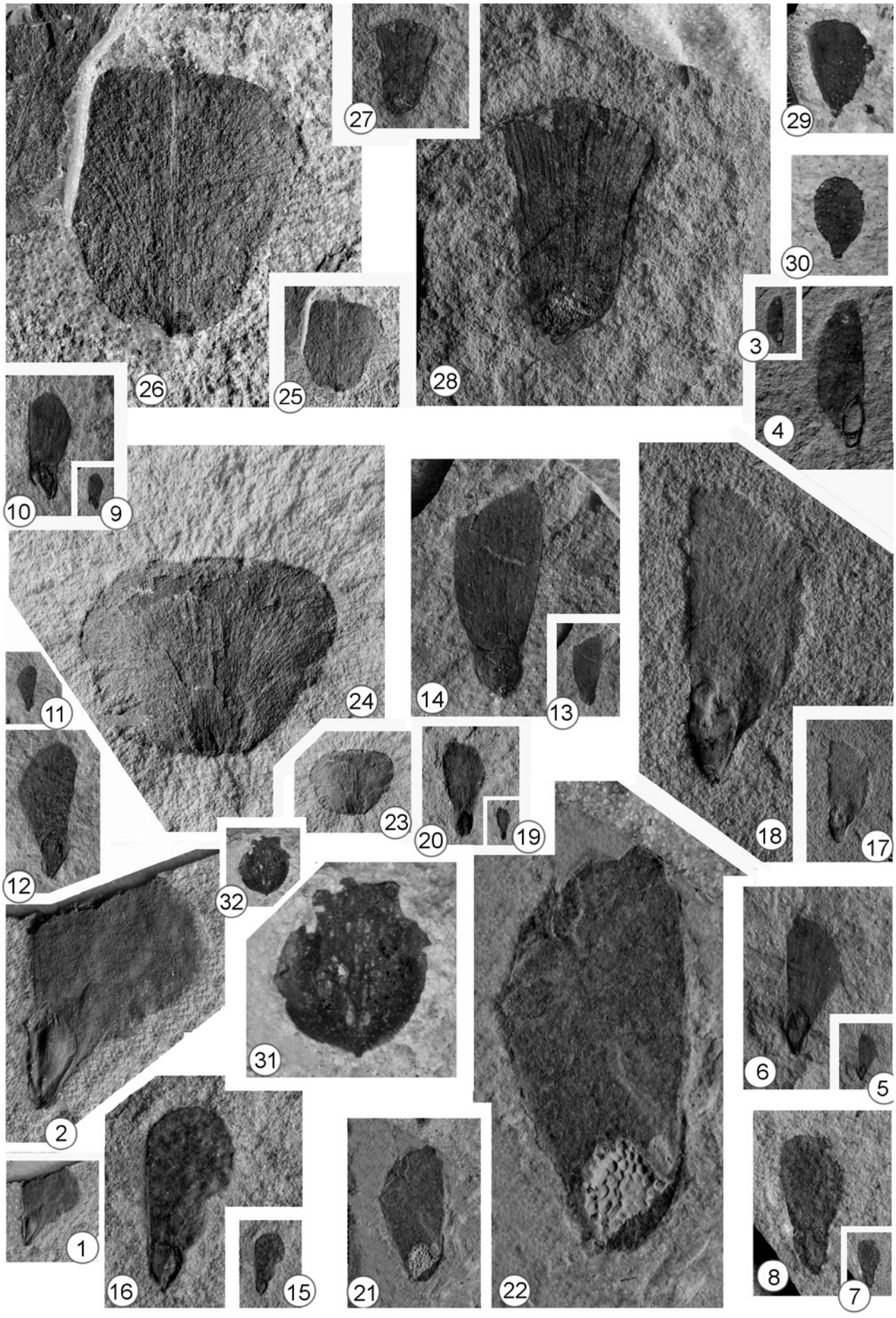

27
29
30
3
26
25
28
4
10
9
24
14
13
11
23
20
19
18
17
12
32
31
6
5
2
1
16
15
21
22
8
7

Таблица 14

1–6 – **Pinus** sp. 1:
1 – шишка, экз. 1583/109;
2 – верхняя часть шишки, экз. 1583/132;
3 – то же, ×3;
4 – шишка, экз. 1591/284;
5 – то же, ×3;
6 – неполная шишка, экз. 534/34.
7, 8 – **Pinus** sp. 2, пучок листьев:
7 – экз. 534/35;
8 – деталь к фиг. 7, ×3.
9–12 – **Pityostrobus** sp., неполные шишки:
9 – экз. 1583/1;
10 – то же, ×3;
11 – экз. 1591/49;
12 – то же, ×3;
13 – экз. 1591/284;
14 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 14

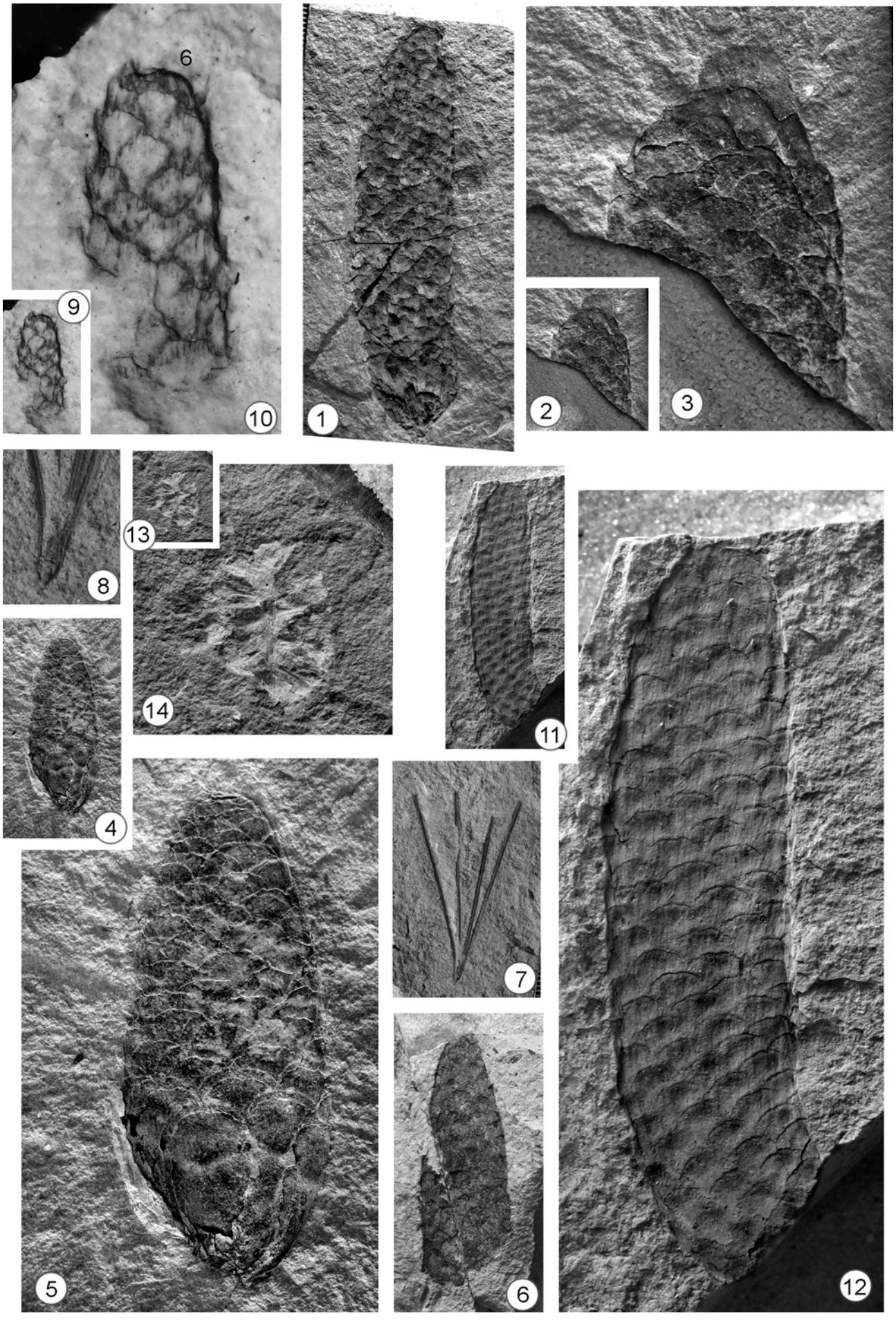


Таблица 15

1–3 – **Pityocladus pseudolarixoides** Samyl.:
1 – фрагмент конечного побега с брахибластом, экз. 1591/146;
2 – то же, ×3;
3 – фрагмент конечного побега с брахибластами, экз. 1591/134.
4, 5 – **Pityophyllum** ex gr. **nordenskioldii** (Heer) Nath., листья:
4 – экз. 534/38;
5 – экз. 540/35.
6–9 – **Pseudolarix kolymensis** Samyl., укороченные побеги:
6 – экз. 1583/72;
7 – то же, ×3;
8 – экз. 1583/103;
9 – экз. 1583/73.
10–20 – **Pityophyllum** ex gr. **staratschinii** (Heer) Nath., листья:
10 – экз. 1583/69;
11 – экз. 1583/82;
12 – экз. 1583/83;
13 – экз. 1583/81;
14 – экз. 1583/77;
15 – экз. 1583/90;
16 – экз. 1583/74b;
17 – экз. 540/31;
18 – экз. 1583/76;
19 – экз. 1583/152;
20 – экз. 540/24.
21, 22 – ?**Taiwania cretacea** Samyl., укороченный побег:
21 – экз. 1592/208;
22 – то же, ×3.
23 – раковины пресноводных моллюсков, экз. 1583/118.

ТАБЛИЦА 15

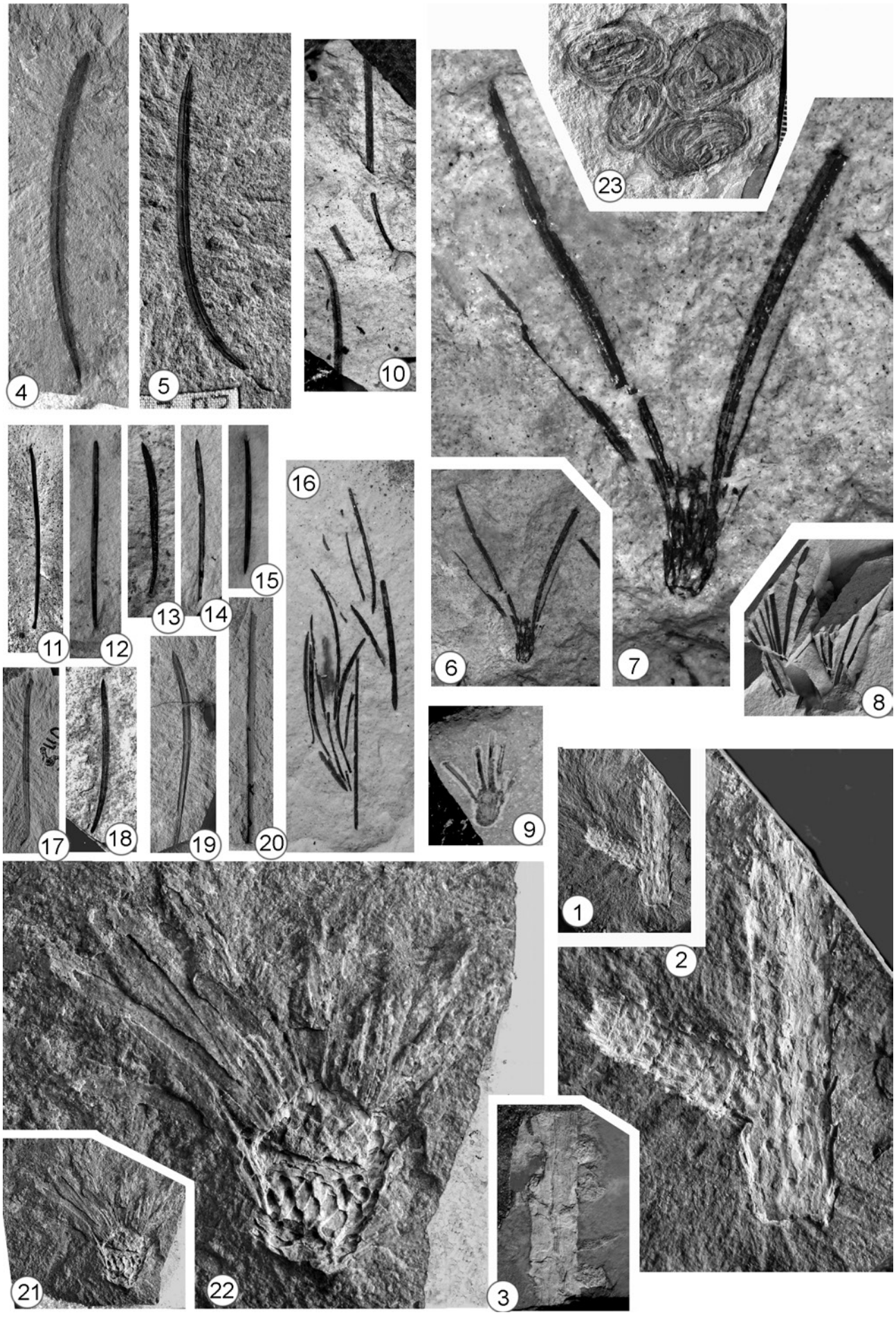


Таблица 16

1–3 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants.:
1 – ветвящийся побег, экз. 1591/248;
2 – деталь к фиг. 1, ×5;
3 – деталь к фиг. 1, ×3.
4–9 – **Metasequoia** sp. 1, фрагменты побегов:
4 – экз. 540/38;
5 – то же, ×3;
6 – экз. 540/39;
7 – то же, ×3;
8 – экз. 540/40;
9 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 16

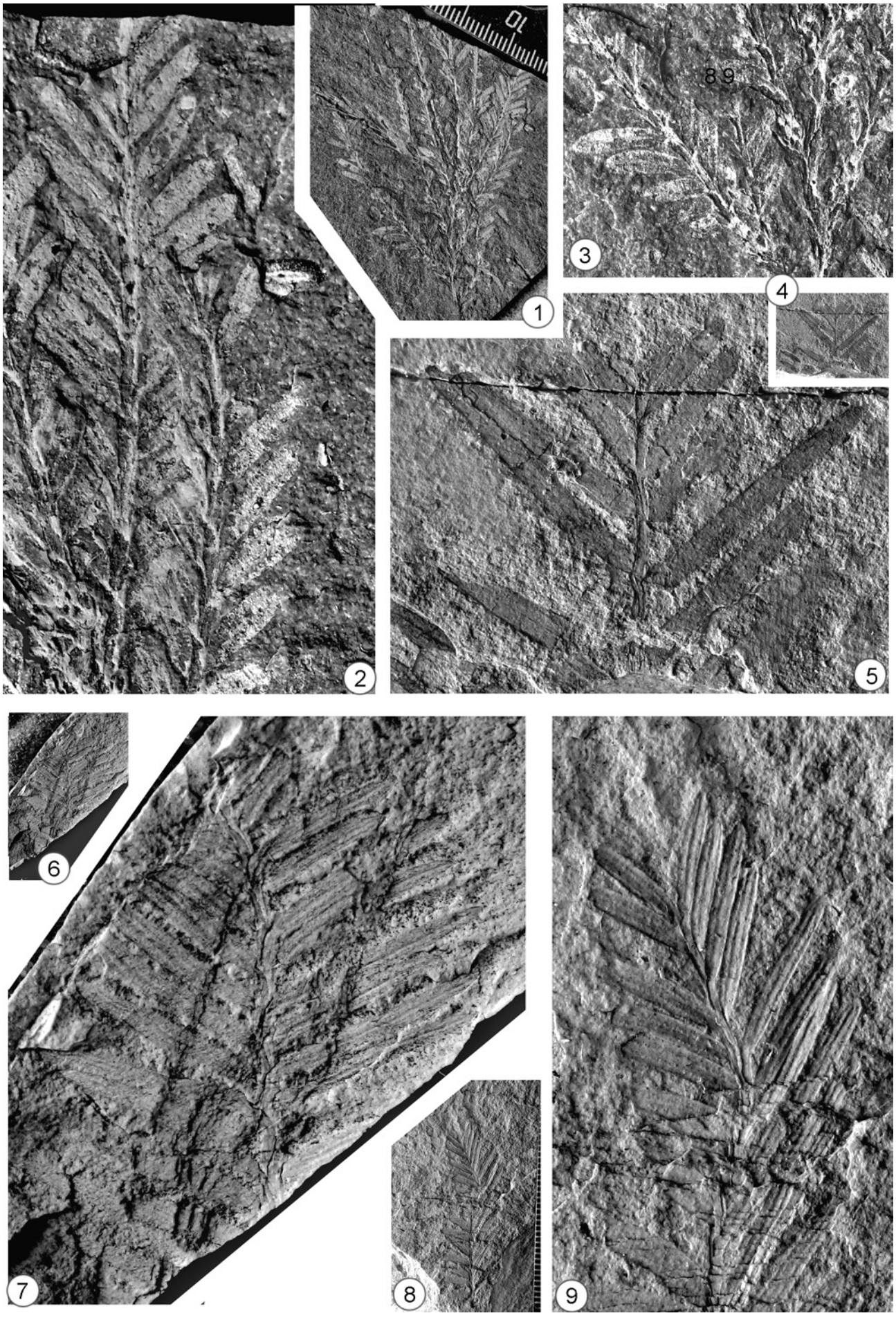


Таблица 17

1–10 – **Cunninghamia orientalis** (Philipp.) Samyl., побеги:
1 – экз. 539/50;
2 – экз. 539/43;
3 – экз. 539/47;
4 – деталь к фиг. 3, ×3;
5 – экз. 539/46;
6 – экз. 539/58;
7, 8 – детали к фиг. 6, ×3;
9 – экз. 1591/72;
10 – экз. 1591/158.
11b – раковина пресноводного моллюска, экз. 1591/128b;
11a, 12–15 – **Taiwania cretacea** Samyl., ветвящиеся побеги:
11a – экз. 1591/12a;
12 – экз. 1592/149;
13 – деталь к фиг. 12, ×3;
14 – экз. 1583/147;
15 – деталь к фиг. 14, ×3.

ТАБЛИЦА 17

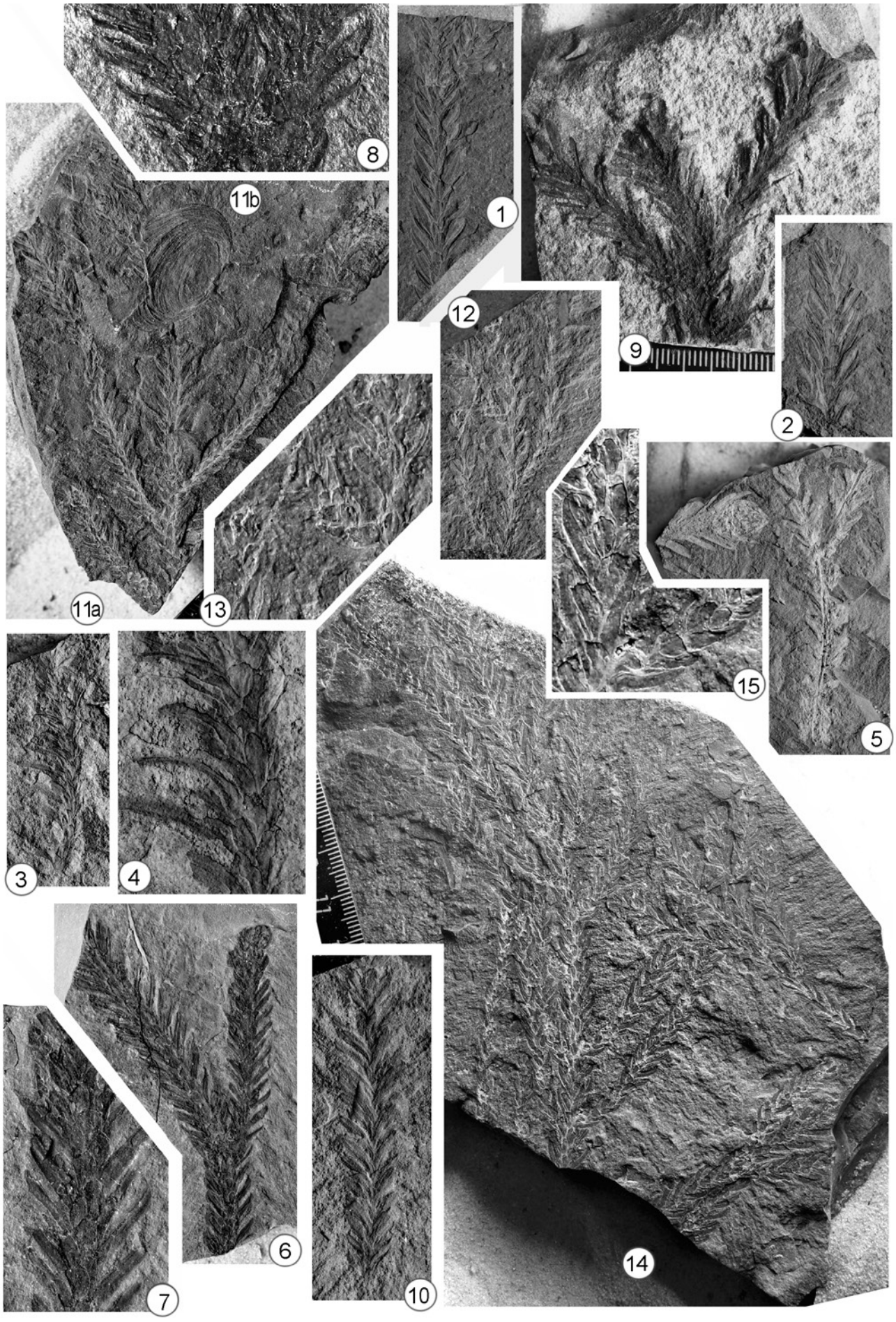


Таблица 18

1 – **Cunninghamia orientalis** (Philipp.) Samyl., побег, экз. 540/43.
2–12 – **Taiwania cretacea** Samyl., побеги:
2 – экз. 1591/84;
3 – экз. 539/54;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 1583/165;
6 – экз. 1591/55;
7 – экз. 1591/114;
8 – то же, ×3;
9 – экз. 1591/315;
10 – экз. 1591/107;
11 – экз. 1583/120;
12 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 18

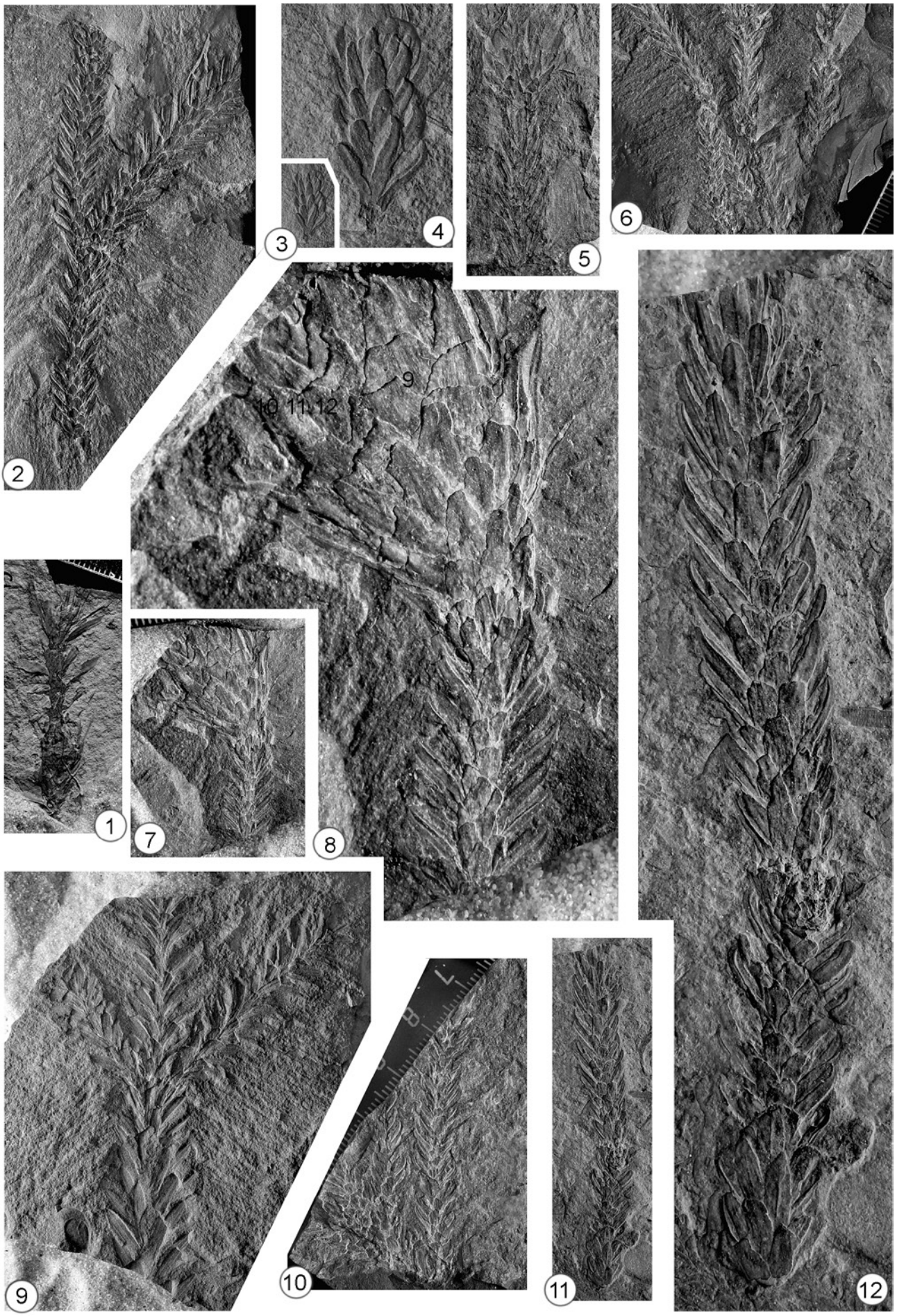


Таблица 19

1 – **Cunninghamia orientalis** (Philipp.) Samyl., побег, экз. 539/49.
2–13 – **Elatocladus communis** Philipp., побеги:
2 – экз. 1591/80;
3 – экз. 1591/174;
4 – экз. 1591/47;
5 – экз. 539/76;
6 – деталь к фиг. 5, ×3;
7 – экз. 1583/167;
8 – экз. 1591/221;
9 – то же, ×3;
10 – экз. 1583/188;
11 – деталь к фиг. 10, ×3;
12 – экз. 1583/170;
13 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 19

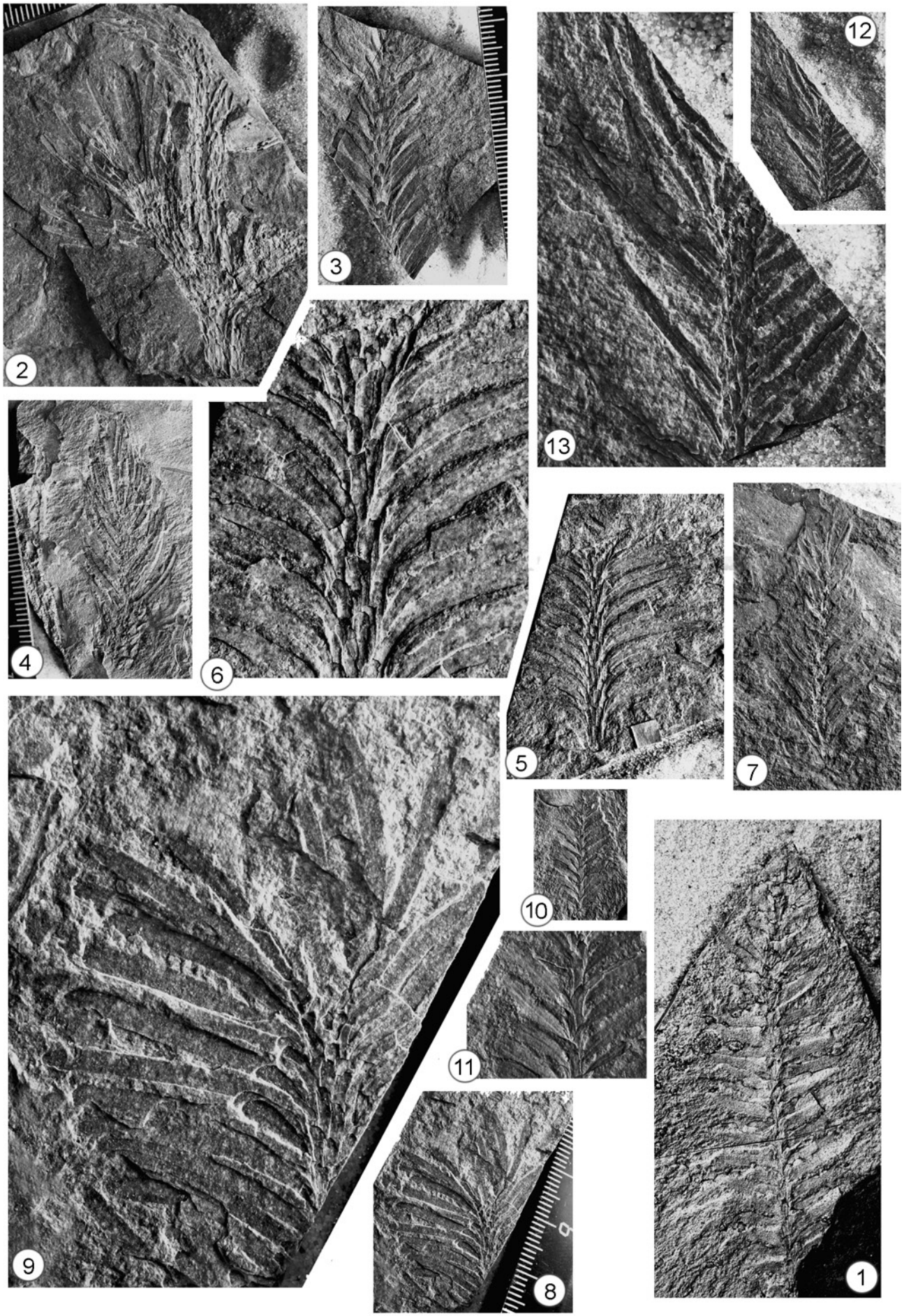


Таблица 20

1, 2 – **Pseudolarix kolymensis** Samyl., укороченный побег:
1 – экз. 1583/70;
2 – то же, ×3.
3, 4 – **Elatocladus communis** Philipp., побеги:
3 – экз. 540/42;
4 – экз. 1591/133.
5–9 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants., побеги:
5 – экз. 1583/181;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 1583/187;
8 – то же, ×3;
9 – экз. 1591/162.
10–12 – раковины пресноводных моллюсков:
10 – экз. 1591/200;
11 – экз. 1583/125;
12 – экз. 1583/126.

ТАБЛИЦА 20

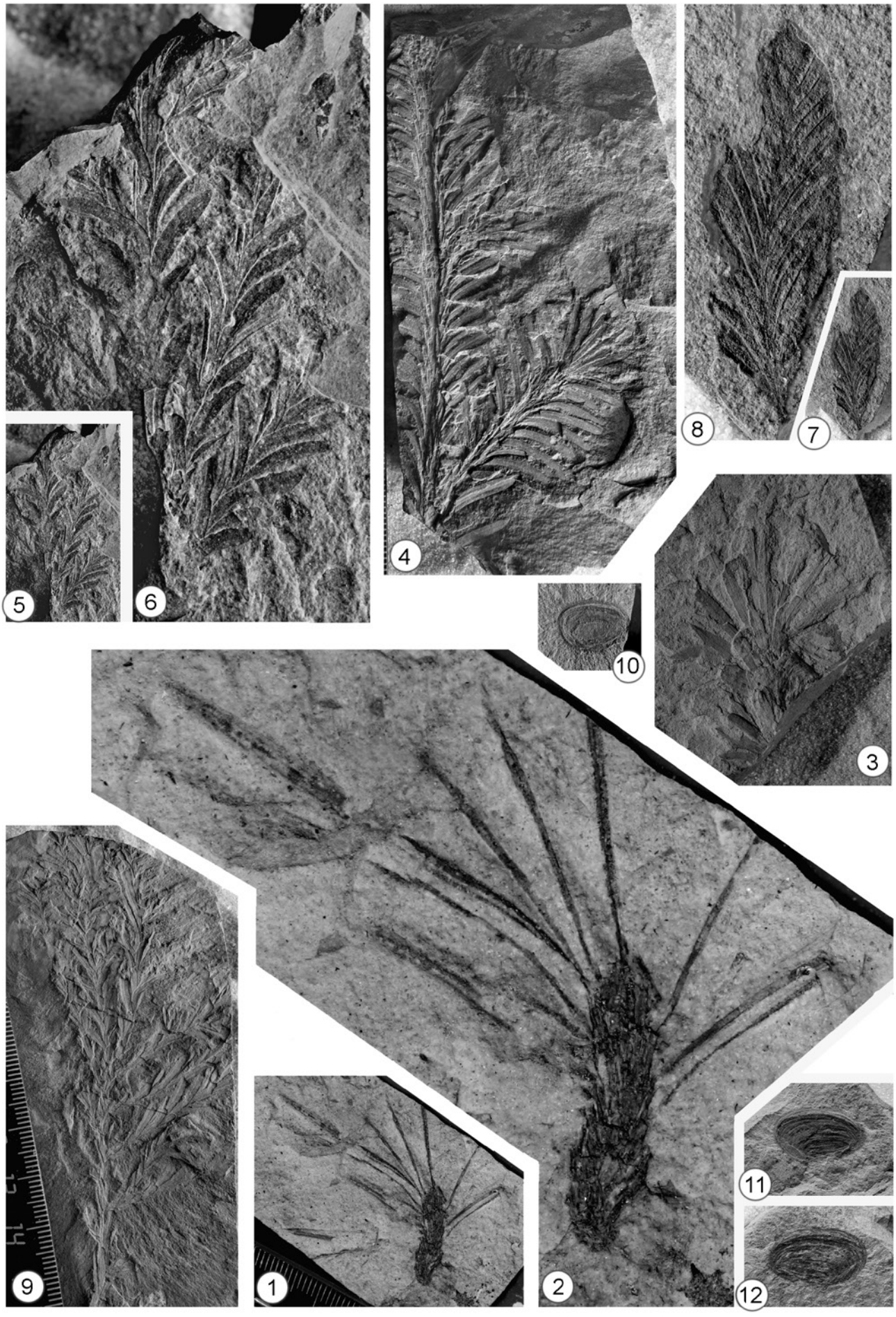


Таблица 21

1–11 – **Taiwania cretacea** Samyl.:
1 – конечный облиственный побег с шишкой (голотип), экз. 539/60а;
2 – то же, ×3;
3 – конечный облиственный побег с шишкой, экз. 1591/77;
4 – то же, ×3;
5 – облиственный побег, экз. 539/53;
6 – деталь к фиг. 5, ×3;
7 – конечный облиственный побег с шишкой, экз. 1591/302;
8 – то же, ×3;
9 – шишка, экз. 1583/131;
10 – шишка, экз. 1591/279;
11 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 21

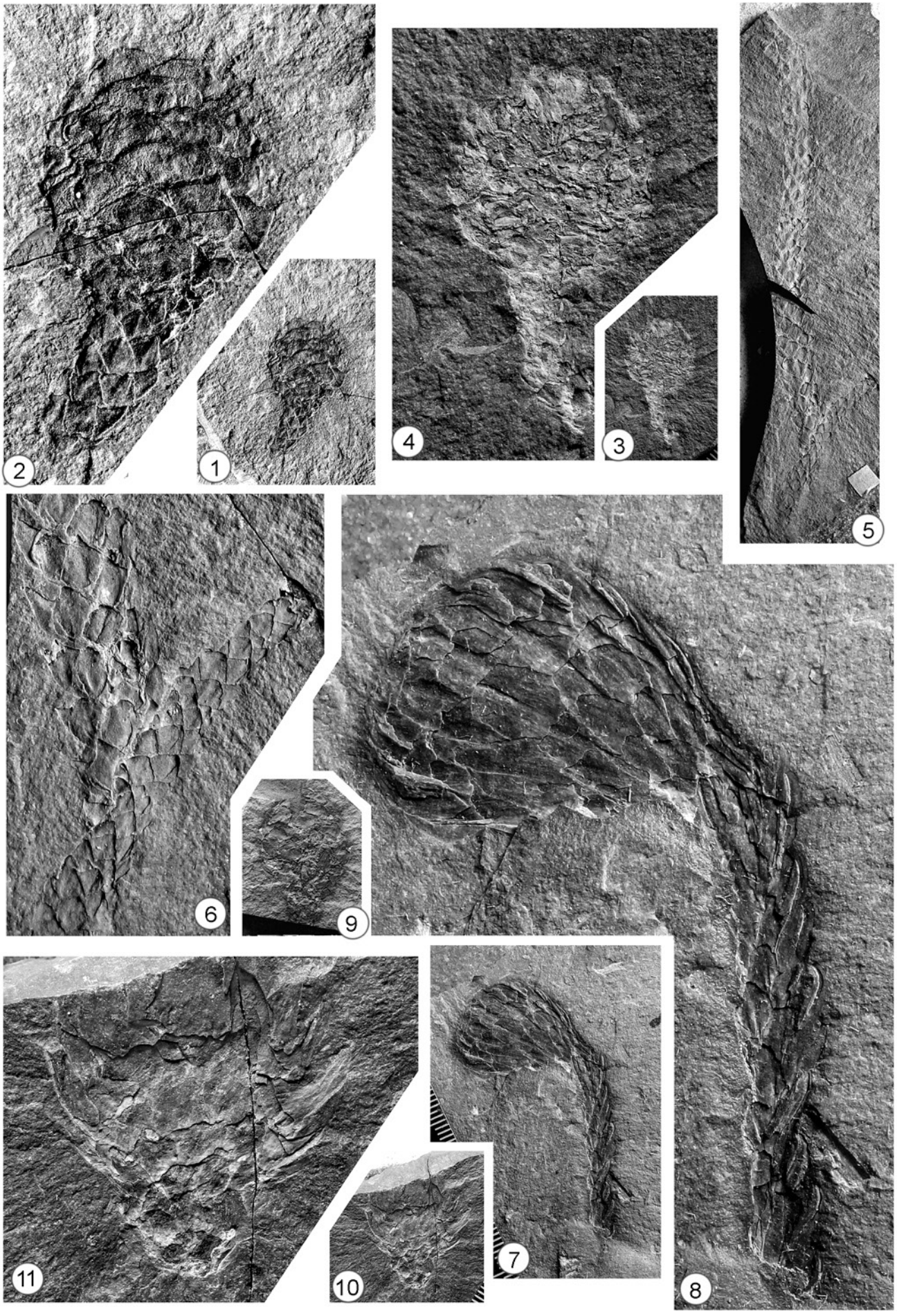


Таблица 22

1–8 – **Taiwania cretacea** Samyl.:

1 – ветвящиеся облиственные побеги, экз. 1591/184;
2 – деталь к фиг.1, ×3;
3 – ветвящийся побег, экз. 539/63;
4 – облиственный побег, экз. 539/55;
5 – то же, ×5;
6 – ветвящийся побег, экз. 539/64;
7 – то же, ×3;
8 – облиственный побег, экз. 1591/127.

ТАБЛИЦА 22

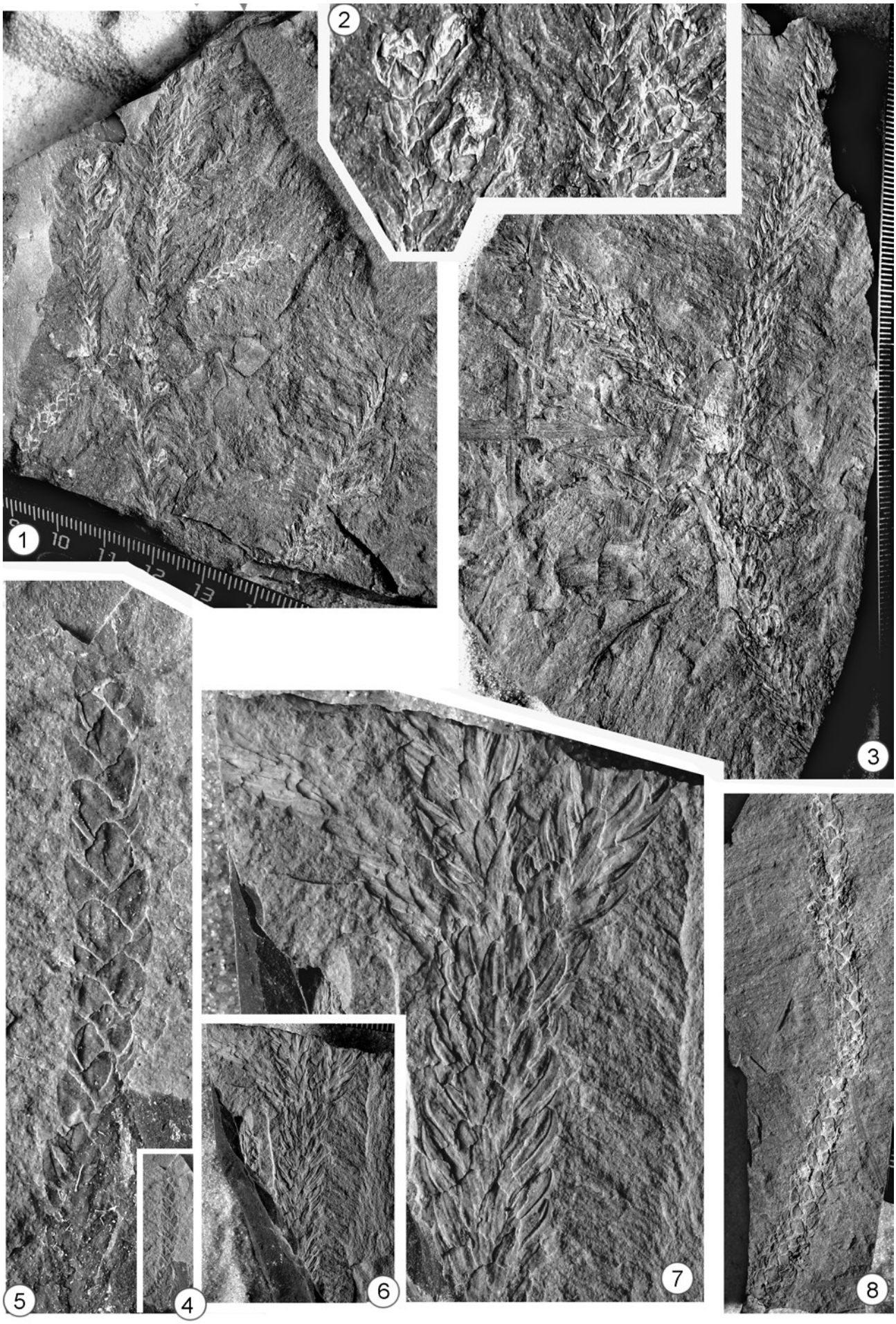


Таблица 23

1–6 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants.:
1 – побег с шишками, экз. 539/69;
2 – то же, ×3;
3 – ветвящиеся побеги, экз. 539/71;
4 – то же, ×3;
5 – побеги, экз. 539/70;
6 – деталь к фиг. 5, ×3.
7, 8 – **Pagiophyllum** sp.:
7 – ветвящиеся побеги, экз. 1591/101b;
8 – деталь к фиг. 7.

ТАБЛИЦА 23

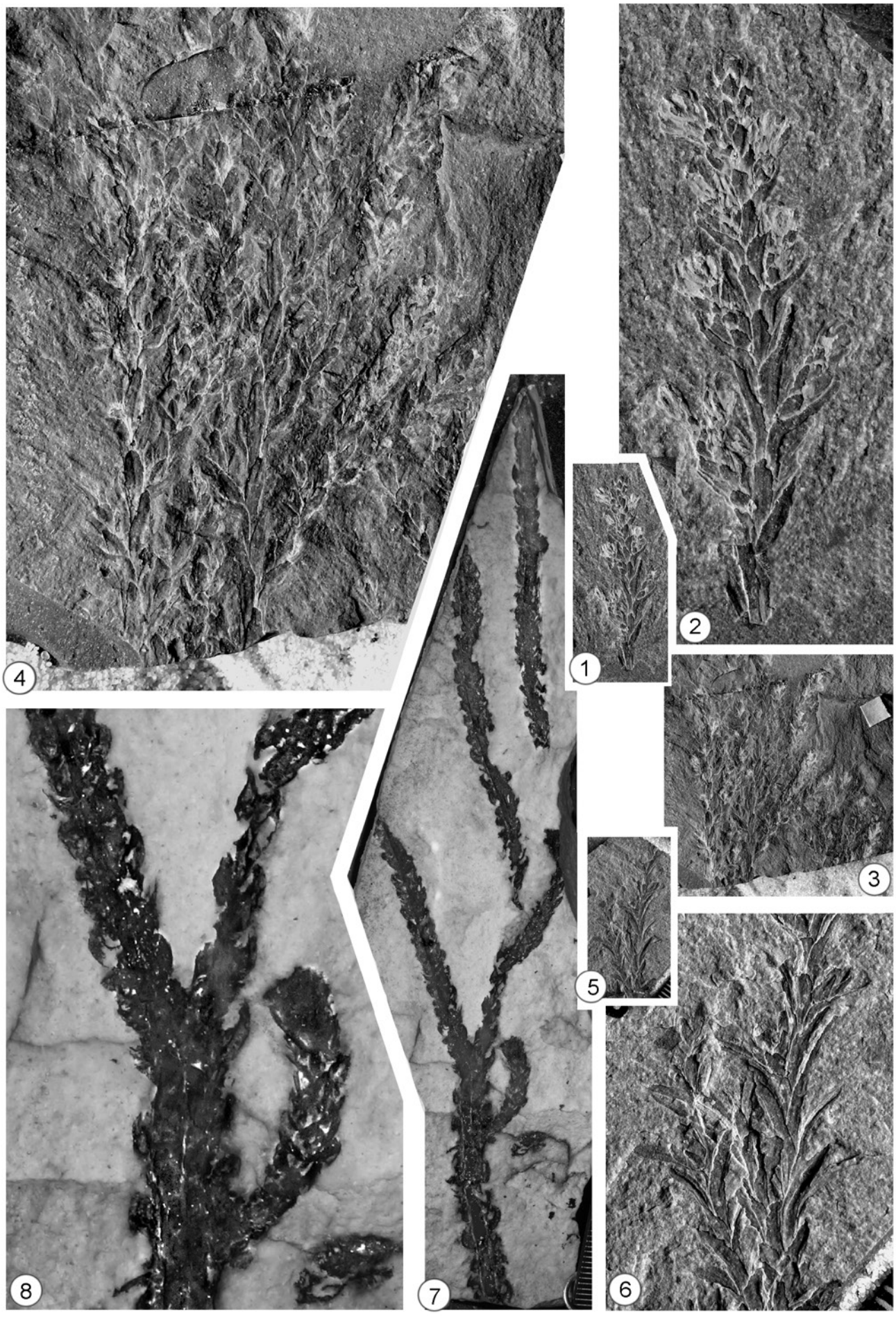


Таблица 24

1–12 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants., ветвящиеся побеги:
1 – экз. 1583/108;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 1583/107;
4, 5 – детали к фиг. 3, ×3;
6 – экз. 1591/65;
7 – деталь к фиг. 6, ×3;
8 – экз. 1591/79;
9, 10 – детали к фиг. 8, ×3;
11 – экз. 1583/106;
12 – деталь к фиг. 11, ×5.

ТАБЛИЦА 24

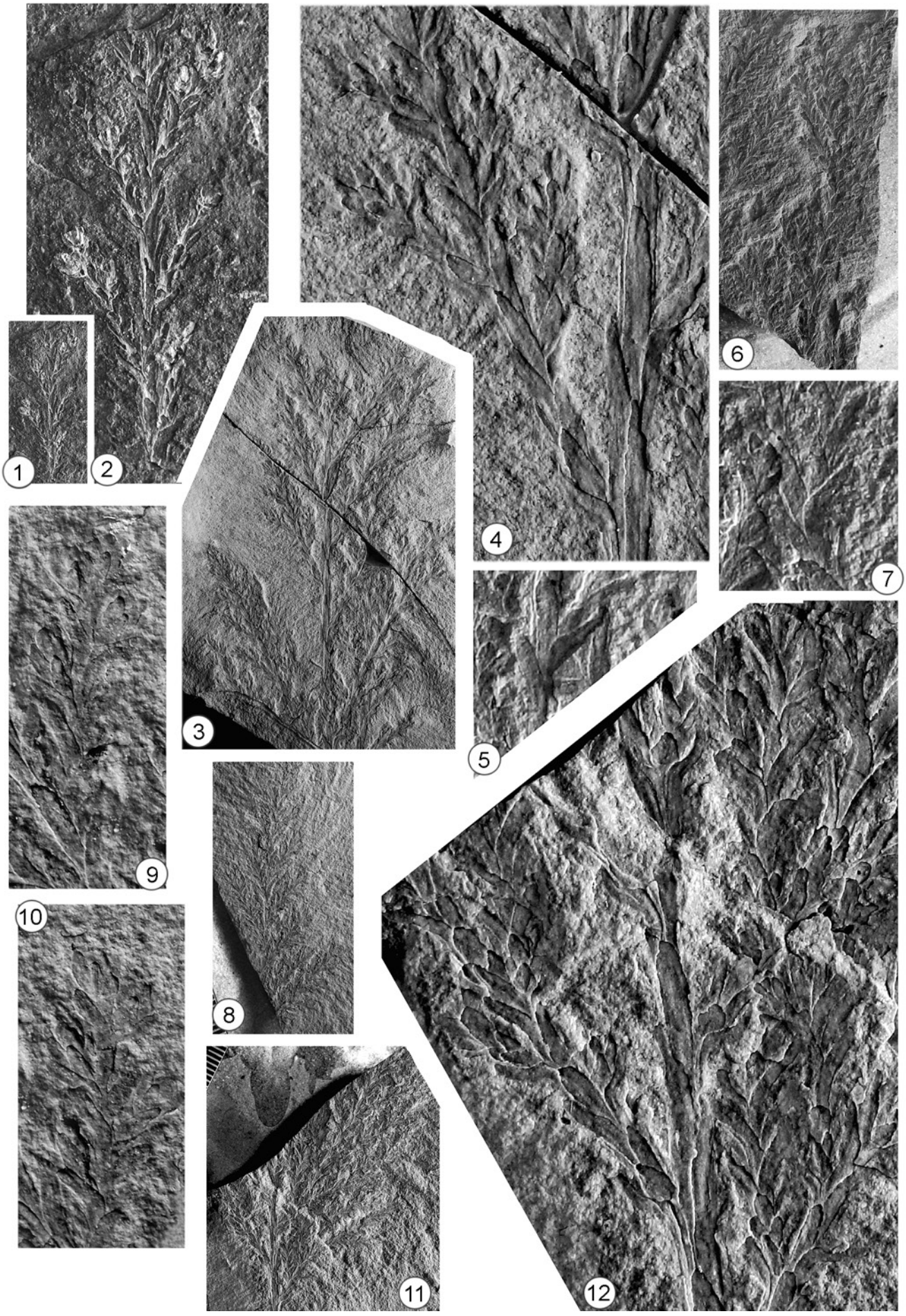


Таблица 25

1a, 2, 3 – **Tollia** cf. **cunninghmoides** Sveshn. et Budants.:
1a – ветвящийся побег, экз. 539/73a;
2, 3 – детали к фиг. 1a, ×3.
1b – раковина пресноводного моллюска, экз. 539/73b.
4, 5 – **Taiwania cretacea** Samyl.:
4 – побег с шишками, экз. 539/59;
5 – то же, ×3.
6, 7 – **Cercidiphyllum minutum** Samyl.:
6 – лист, экз. 534/67 (голотип);
7 – то же, ×3.
8, 9 – **Lokyma onkilonica** (Krysht.) Samyl.:
8 – спорангий, экз. 539/92;
9 – то же, ×3.
10, 11 – **Quereuxia angulata** (Newb.) Krysht.:
10 – мутовка нитевидно рассеченных листьев, экз. 534/75;
11 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 25

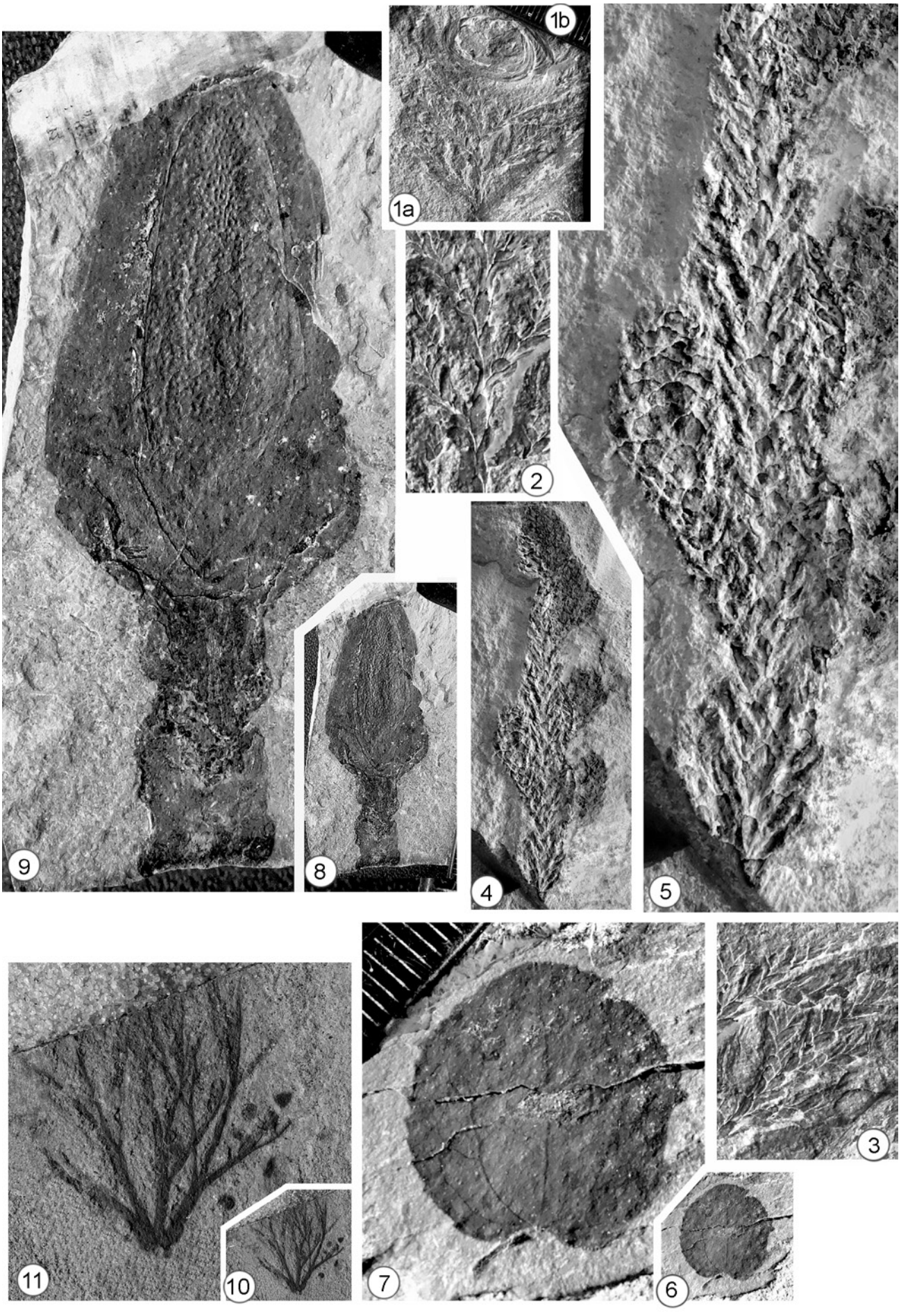


Таблица 26

1, 2 – **Libocedrus catenulata** (Bell) Krysht.:
1 – ветвящийся побег, экз. 540/49;
2 – то же, ×3.
3–8 – **Thuja cretacea** (Heer) Newb., ветвящиеся побеги:
3 – экз. 1583/206;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 1583/39;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 1583/37;
8 – то же, ×3.
9, 10 – **Thuja** sp.:
9 – ветвящийся облиственный побег, экз. 534/64;
10 – то же, ×3.
11–14 – **Pagiophyllum** sp., облиственные побеги:
11 – экз. 1591/101a;
12 – то же, ×3;
13 – экз. 1591/101b;
14 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 26

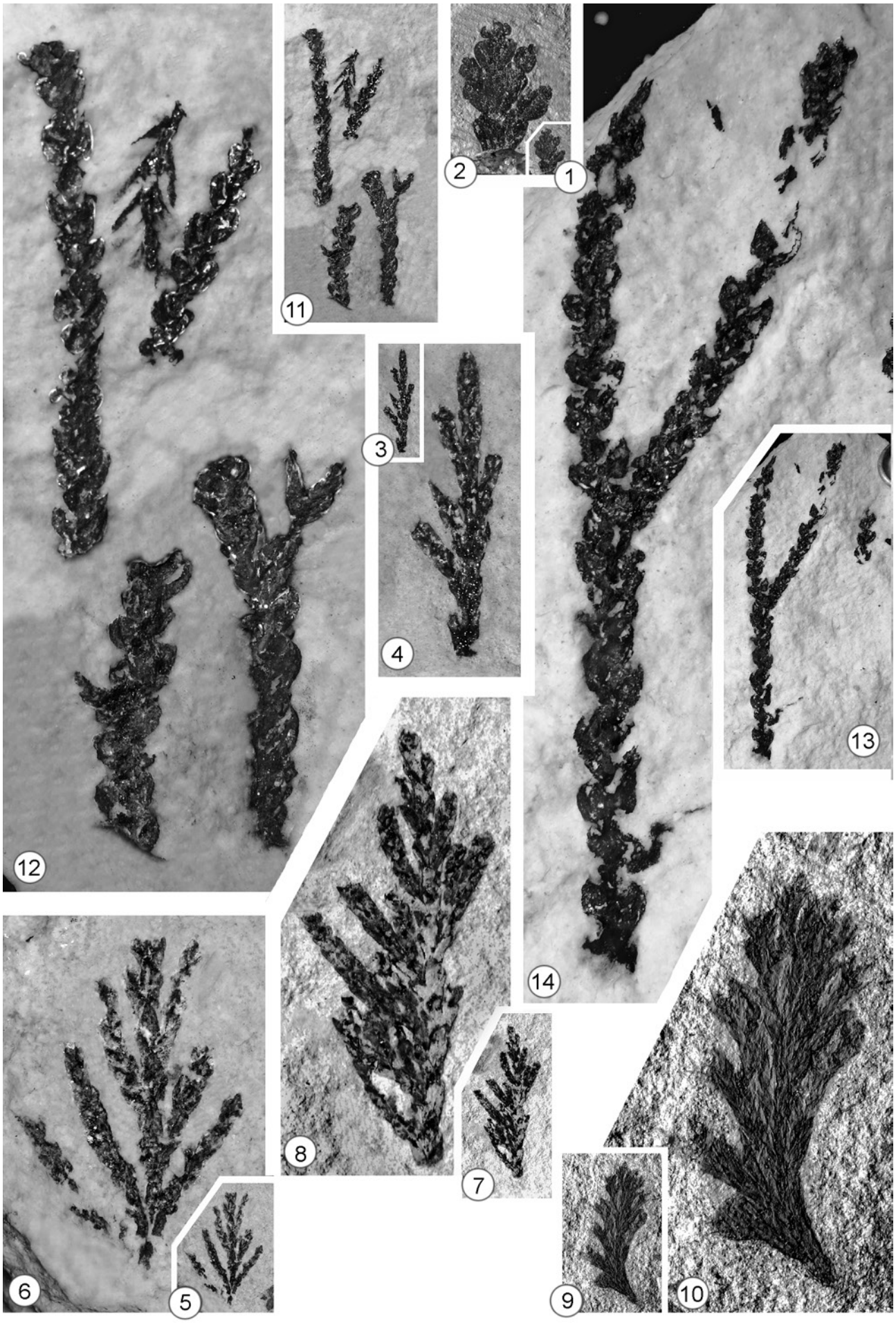


Таблица 27

1–4 – ?**Sequoiadendron microphyllum** Samyl., ветвящиеся облиственные побеги:
1 – экз. 539/31;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 539/32;
4 – деталь к фиг. 3.
5–9 – ?**Sequoia minuta** Sveshn., облиственные побеги:
5 – экз. 540/36;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 539/30;
8 – экз. 540/37;
9 – то же, ×3.
10–17 – **Cryptomeria cretacea** Samyl., облиственные побеги:
10 – экз. 539/34;
11 – то же, ×3;
12 – экз. 539-37;
13 – то же, ×3;
14 – экз. 539/36;
15 – экз. 539/38;
16 – то же, ×3;
17 – экз. 539/35.
18,19 – **Libocedrus catenulata** (Bell) Krysht., облиственный побег:
18 – экз. 539/74;
19 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 27

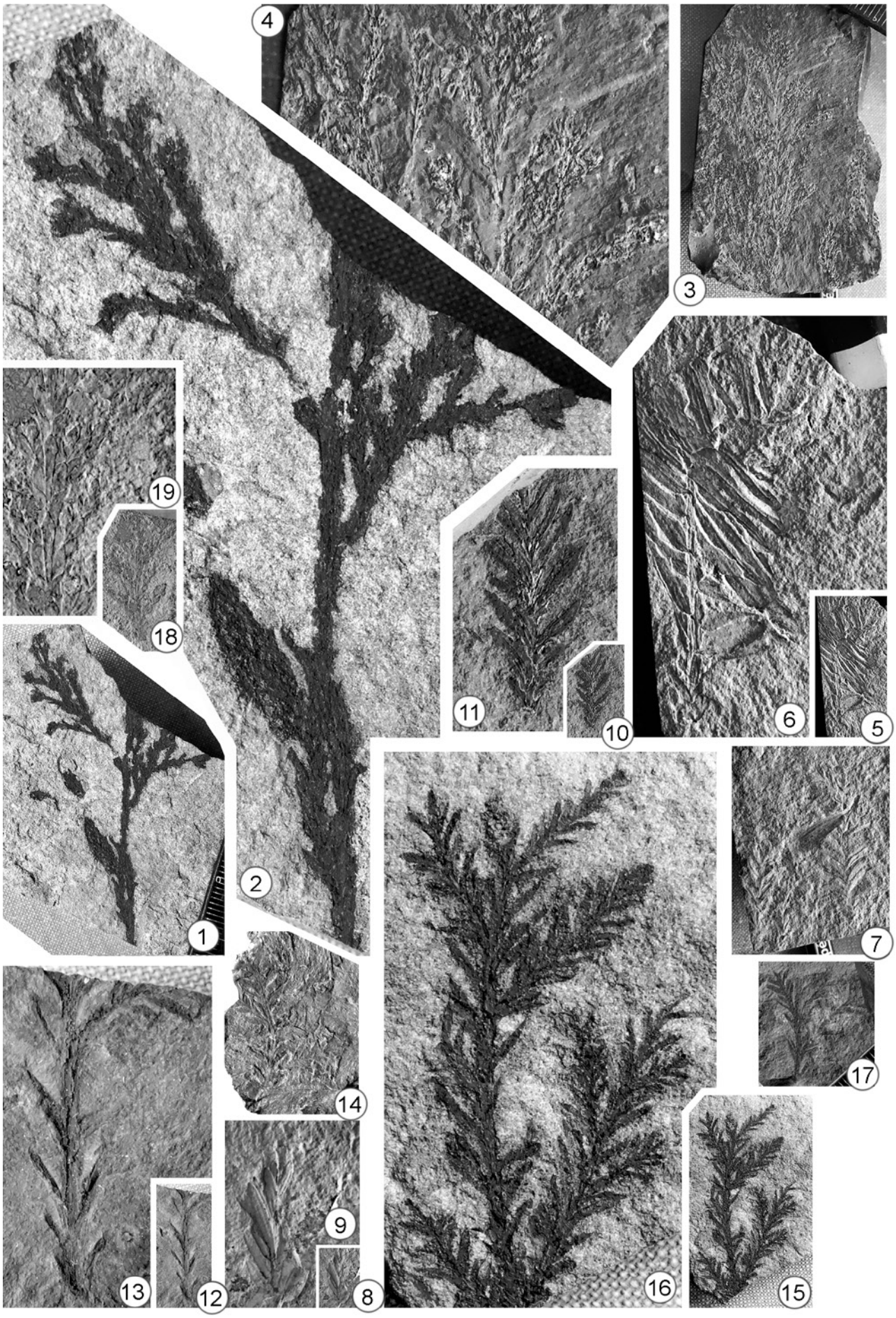


Таблица 28

1–12 – **Picea** sp. 3:
1 – экз. 1583/14;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 1583/20;
4 – то же, ×3;
5 – экз.1583/33;
6 – экз. 1583/28;
7 – экз. 1583/201;
8 – то же, ×3;
9 – экз. 1583/29;
10 – то же, ×3;
11 – экз. 1583/23;
12 – то же, ×3.
13–14 – репродуктивный орган (?) неясного систематического положения:
13 – экз.1591/309;
14 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 28

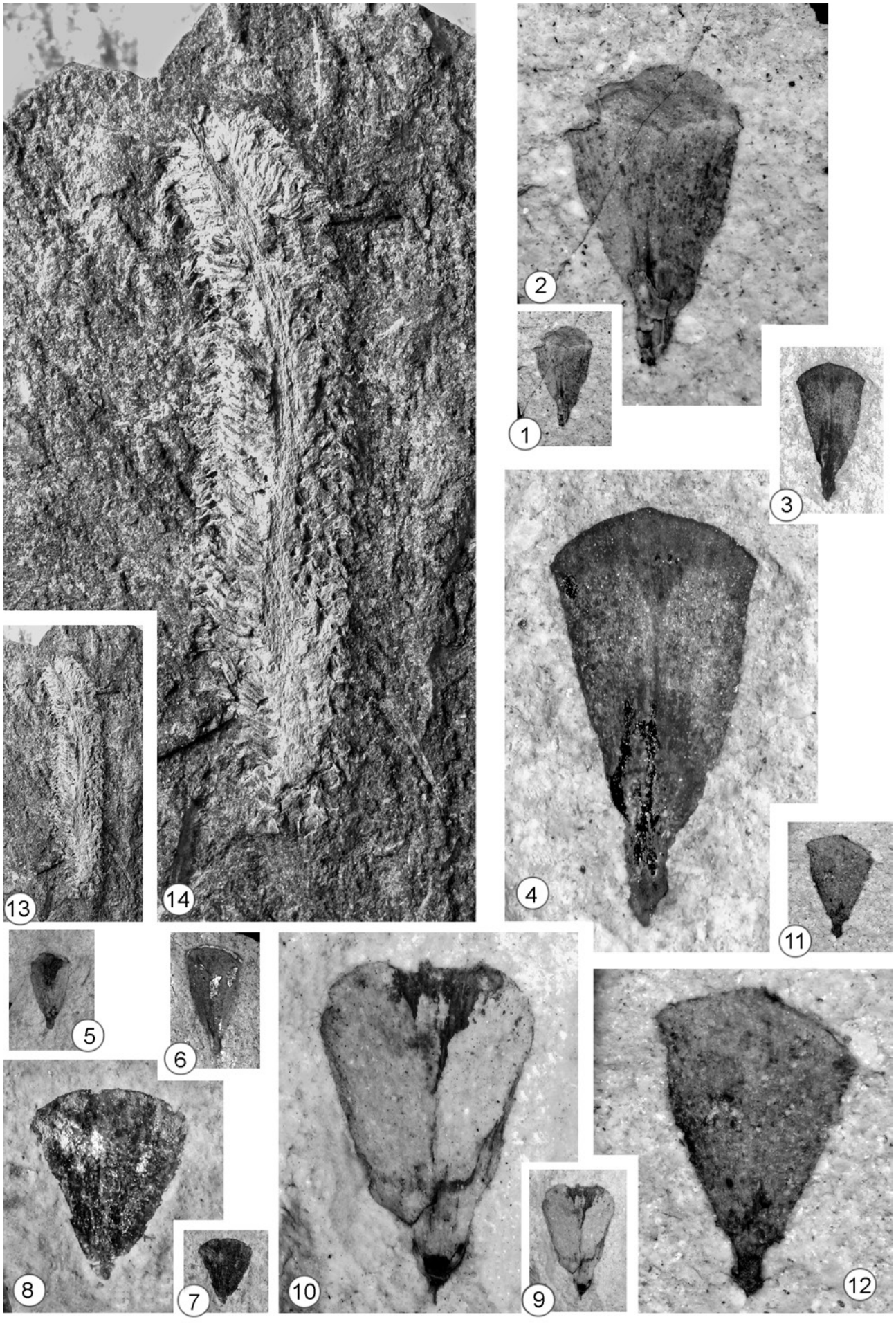


Таблица 29

1, 2 – **Sphenobaiera** sp., неполные листья:
1 – экз. 1583/66;
2 – экз. 1591/140.
3, 4 – **Leptostrobus** sp., стробилы:
3 – экз. 1583/190;
4 – то же, ×3.
5, 6 – **Elatocladus** sp., ветвящийся облиственный побег с шишками:
5 – экз. 1583/164;
6 – деталь к фиг. 5, ×5.

ТАБЛИЦА 29

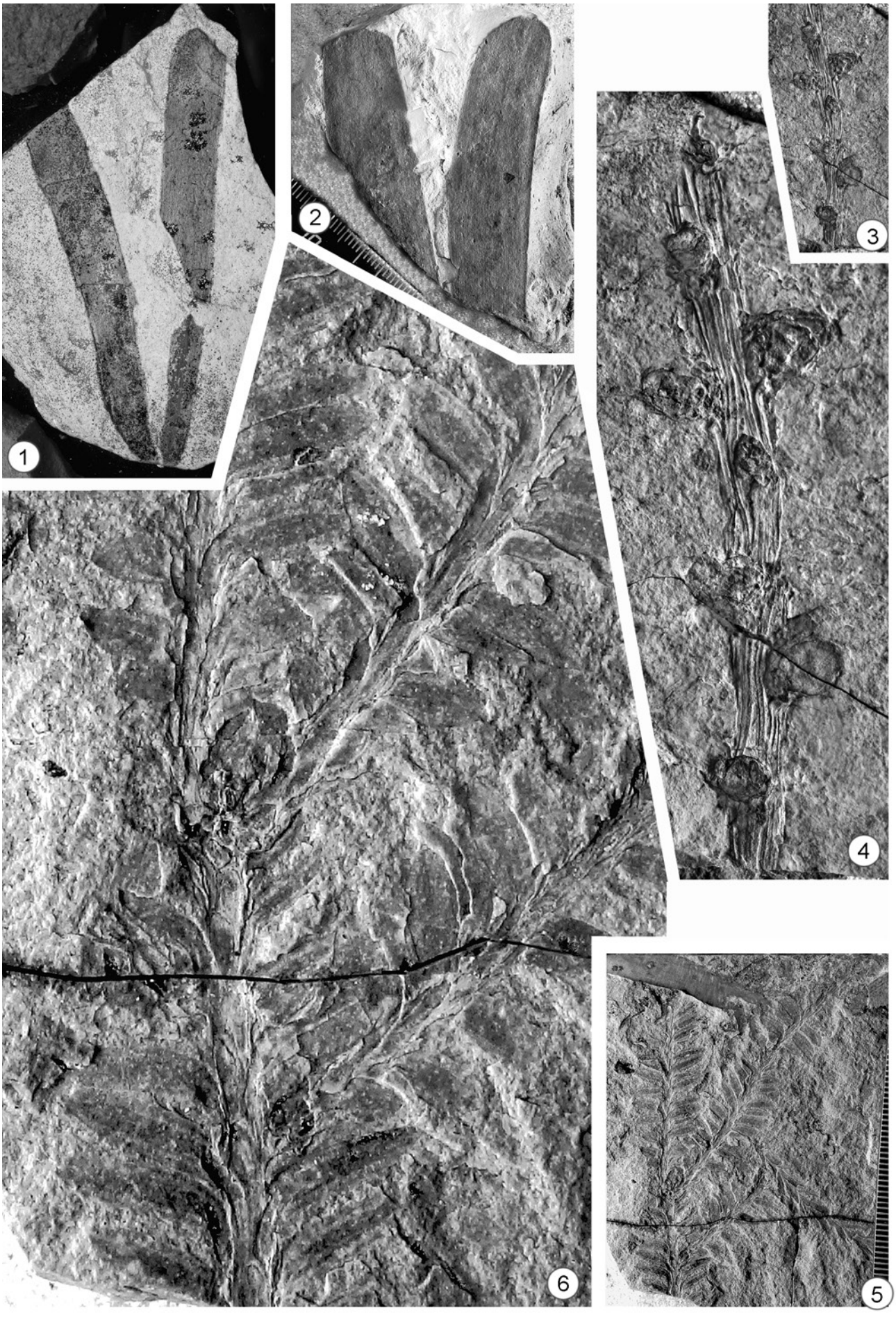


Таблица 30

1, 2 – **Cocculus** cf. **extinctus** Velen., лист:
1 – экз. 539/79a;
2 – то же, ×2.
3–10 – **Trochodendroides** ex gr. **arctica** (Heer) Berry, неполные листья:
3 – экз. 1583/167;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 1591/619;
6 – то же, ×2;
7 – экз. 1591/609;
8 – то же, ×2.
9 – экз. 1591/610a.
10 – то же, ×3.
11–12 – **Macclintockia beringiana** Herman, неполный лист:
11 – экз. 1591/615a;
12 – то же, ×2.
13 – **Dicotylophyllum** sp. 2, неполный лист плохой сохранности, экз. 1591/610b.

ТАБЛИЦА 30

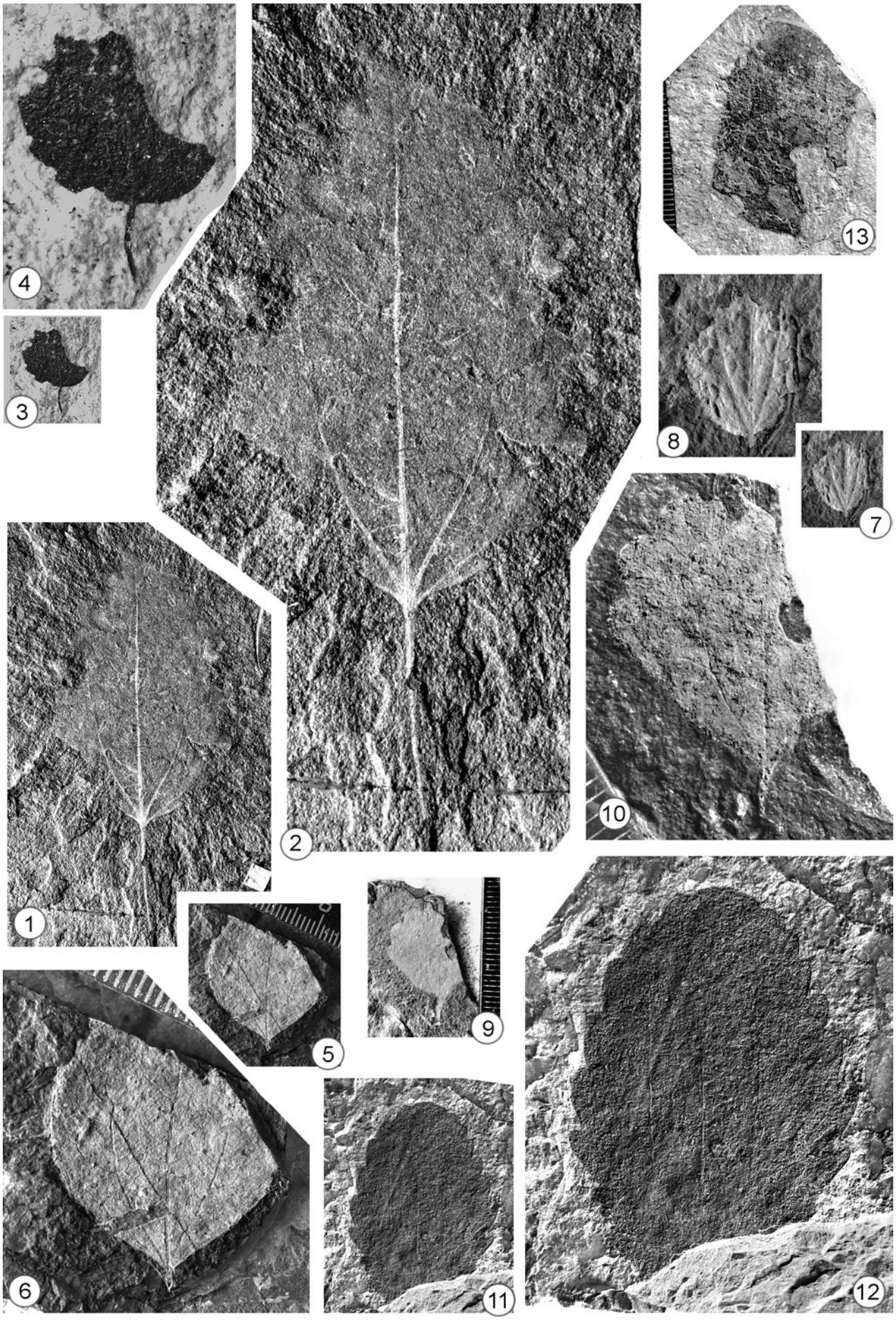


Таблица 31

1–10 – **Trochodendroides** ex gr. **arctica** (Heer) Berry, неполные листья:
1 – экз. 1591/606а;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 1591/102В;
4 – то же, ×3;
5 – экз. 1591/619;
6 – то же, ×3;
7 – экз. 1591/156;
8 – деталь к фиг. 7, ×5;
9 – экз. 1591/102А (противоотпечаток фиг. 3);
10 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 31

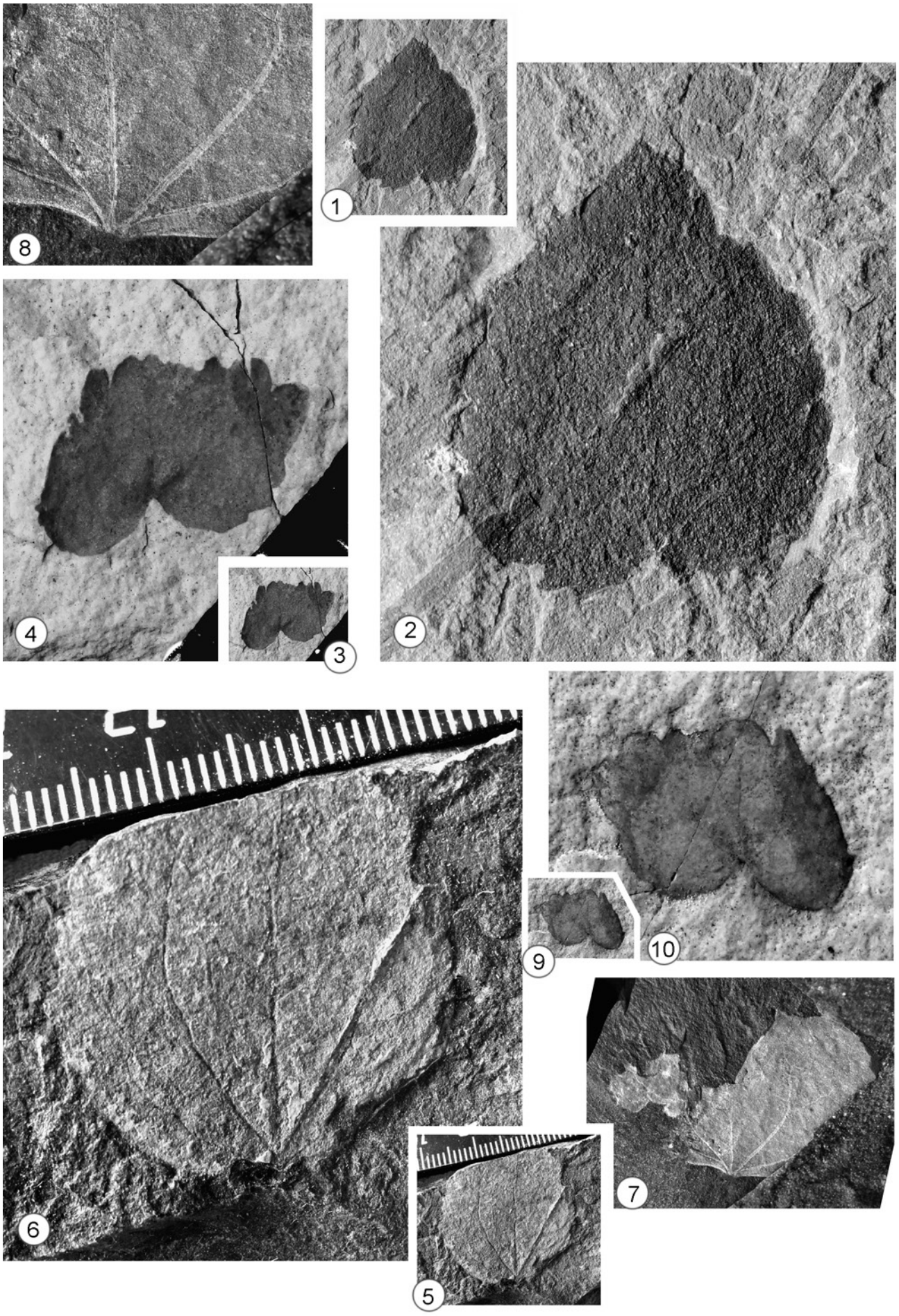


Таблица 32

1–4 – **Trochodendroides** ex gr. **arctica** (Heer) Berry, неполные листья:
1 – экз. 1591/620;
2 – то же, ×3;
3 – экз. 1591/618;
4 – то же, ×3.
5, 6 – **Platanaceae** (?) gen. et sp. indet., фрагмент листа:
5 – экз. 1591/611;
6 – то же, ×3.
7, 8 – **Dicotylophyllum** sp. 2:
7 – экз. 1583/167;
8 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 32

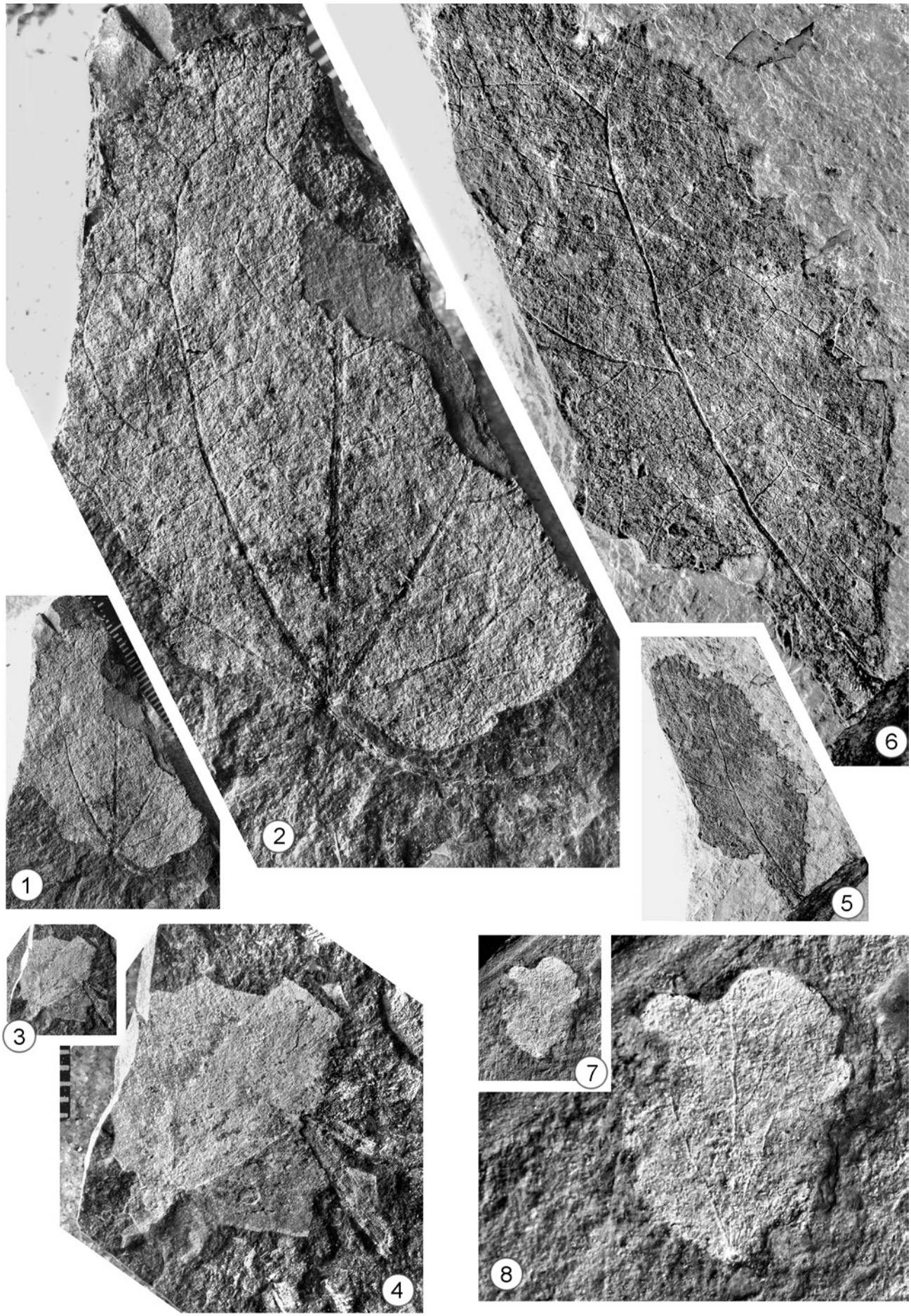


Таблица 33

1–3 – **Dalbergites** sp., неполный лист:
1 – экз. 1591/600;
2 – то же, ×3;
3 – деталь к фиг. 1, ×5.
4–10 – **Trochodendroides** ex gr. **arctica** (Heer) Berry, неполные листья:
4 – экз. 1583/155;
5 – то же, ×3;
6 – экз. 1592/621b;
7 – деталь к фиг. 6, ×3;
8 – экз. 1583/121;
9 – то же, ×3;
10 – деталь к фиг. 8, ×5.

ТАБЛИЦА 33

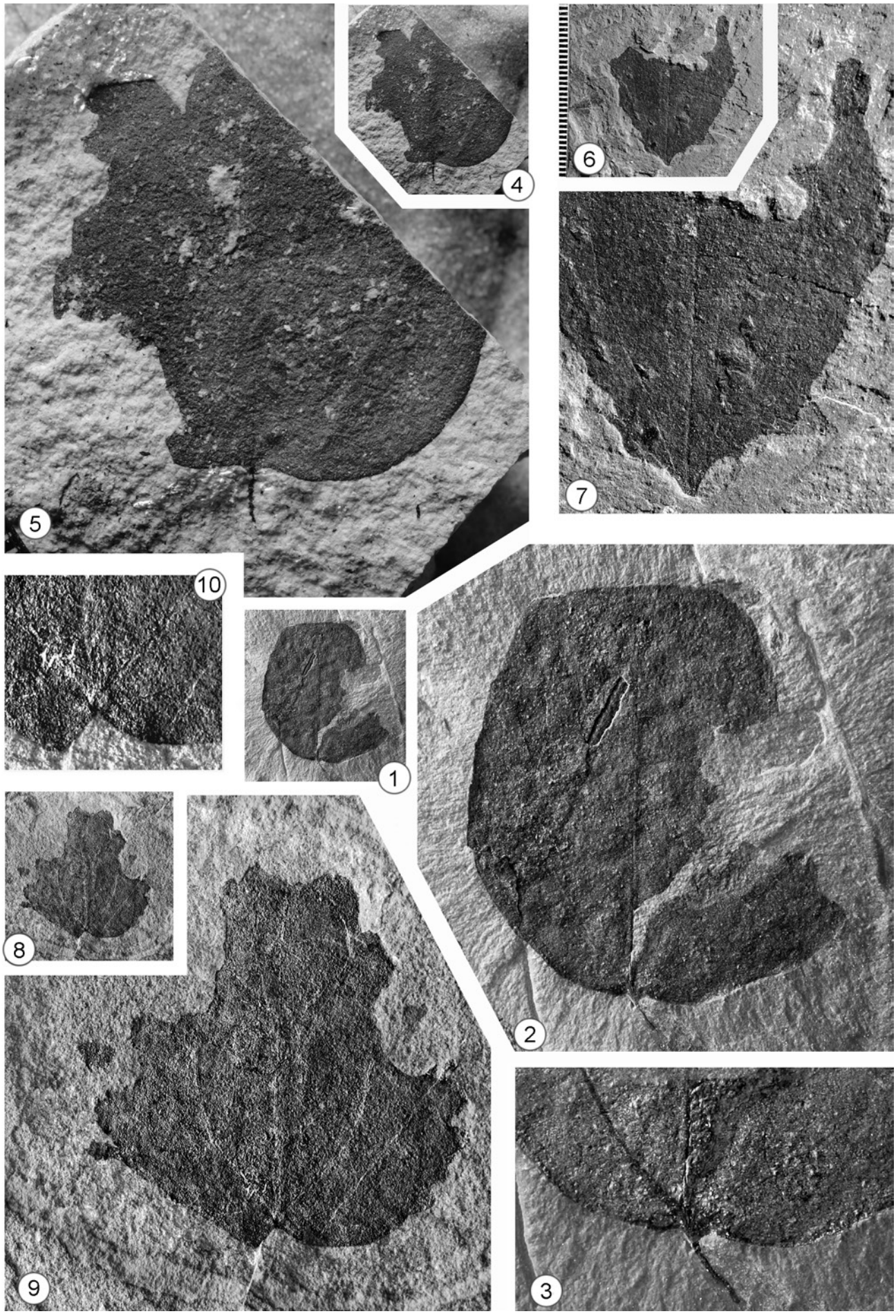


Таблица 34

1–7 – **Trochodendroides** ex gr. **arctica** (Heer) Berry:
1 – почти полный лист, экз, 1583/100;
2 – то же, ×3;
3 – фрагмент листа, экз. 1591/605;
4 – то же, ×3;
5 – неполный лист, экз. 1583/122;
6 – деталь к фиг. 5, ×3;
7 – фрагмент края листа, экз. 1583/196.

ТАБЛИЦА 34

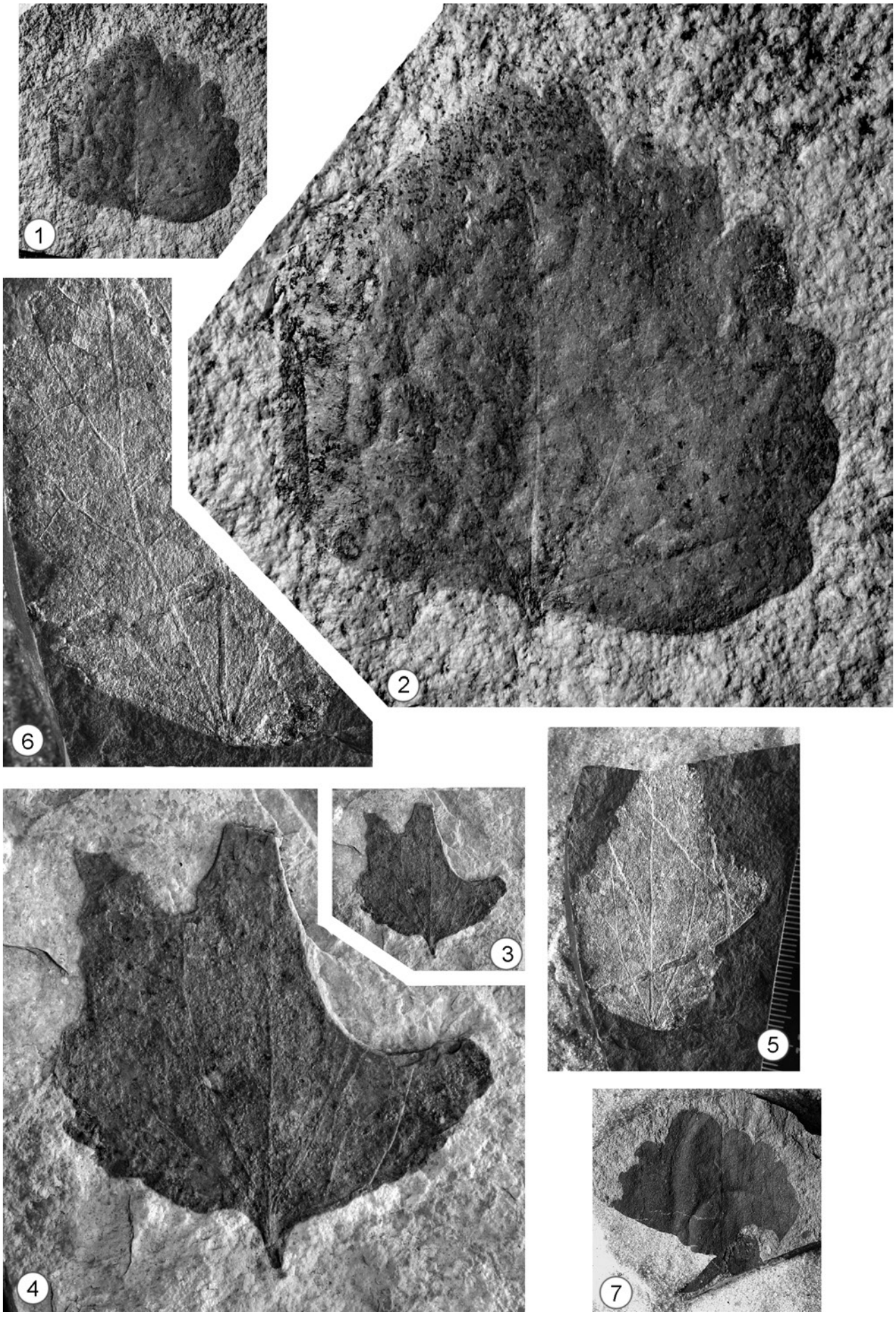
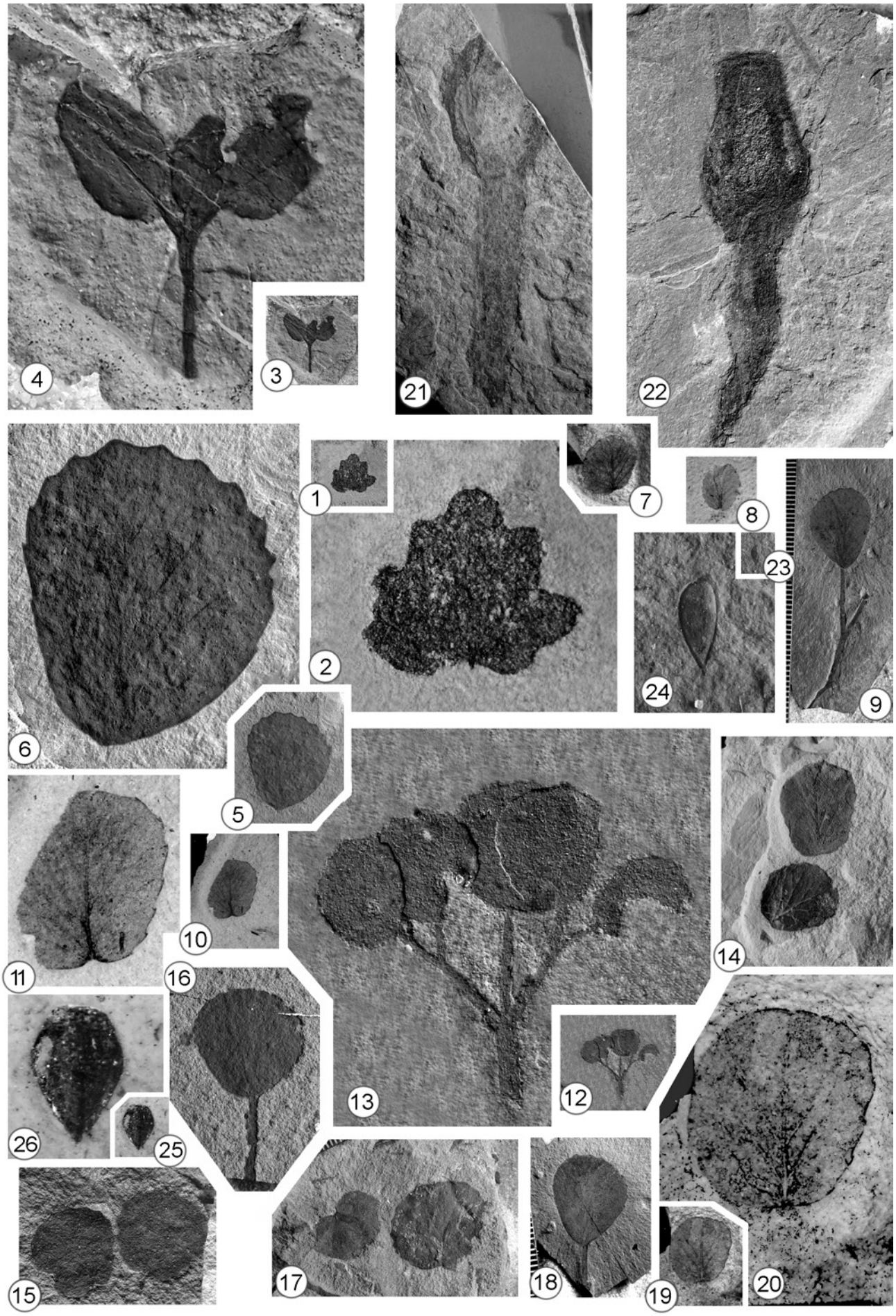


Таблица 35

1, 2 – **Cissites** cf. **microphyllus** Budants., полный лист неважной сохранности:
2 – экз. 534/68;
2 – то же, ×3.
3, 4 – **Dicotylophyllum** sp. 1, побег с мелкими листьями:
3 – экз. 534/76;
4 – то же, ×5.
5–20 – **Quereuxia angulata** (Newb.) Krysht.:
5 – листочек, экз. 534/70a;
6 – то же, ×3;
7 – листочек, экз. 1583/95;
8 – листочек, экз. 1583/99;
9 – отдельный листочек с частично сохранившимися черешками большого сложного листа (Самылина, 1988), экз. 534/71a;
10 – неполный листочек, экз. 1583/97;
11 – то же, ×3;
12 – сложный лист из 5 листочков, экз. 540/530;
13 – то же, ×3;
14 – листочки, экз. 539/85;
15 – листочки, экз. 1591/602b;
16 – листочек с черешком, экз. 534/69;
17 – неполные листочки, экз. 1583/154;
18 – листочек с черешком, экз. 534/71b;
19 – листочек, экз. 1583/96;
20 – то же, ×3.
21, 22 – **Lokyma onkilonica** (Krysht.) Samyl, спорангии:
21 – экз. 1583/67;
22 – экз. 1591/621b.
23, 24 – **Carpolithes** sp. 3, семя:
23 – экз. 540/55;
24 – то же, ×5.
25, 26 – **Carpolithes** sp. 4, семя:
25 – экз. 1583/34;
26 – то же, ×3.

ТАБЛИЦА 35



ЛИТЕРАТУРА

Акинин В.В., Миллер Э. Л. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. 2011. Т. 19. № 3. С. 249–290.

Белый В.Ф. Стратиграфия и структуры Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1977. 171 с.

Белый В.Ф. Геология Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 76 с.

Белый В.Ф. К проблеме стратиграфии и палеофлористики среднего мела Северо-Восточной Азии // Стратиграфия. Геол. Корреляция. 1997. Т. 5, № 2. С. 51–59.

Белый В.Ф., Белая Б.В. Поздняя стадия развития Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (верхнее течение р. Энмываам). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 108 с.

Белый В.Ф., Ефимова А.Ф., Паракецов К.В. Нижний мел северо-восточной части Охотско-Чукотского вулканического пояса // Советская геология. 1965. № 10. С. 97–109.

Белый, В.Ф., Самылина В.А. О заключительном этапе развития Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Тихоокеанская геология. 1987. № 5. С. 76–85.

Брайцева О.А., Мелекесцев И.В.. Пономарёва В.В. Возрастное расчленение голоценовых вулканических образований Толбачинского Дола // Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении. М., 1978. С. 64–72.

Брайцева О.А., Мелекесцев И.В.. Пономарева В.В., Литасова С.Н., Сулержицкий С.Д. Тефрохронологические и геохронологические исследования Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов // Вулканология и сейсмология. 1981. № 3. С. 14–28.

Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В.. Сулержицкий Л.Д., Певзнер М.М. Геология и параметры крупнейших эксплозивных извержений на Камчатке за последние 10 тыс. лет // Российская наука: выстоять и возродиться. М, 1997. С. 237–244.

Вахрамеев В.А. Развитие флор в средней части мелового периода и древние покрытосеменные // Палеонтол. журн. 1981. № 2. С. 3–14.

Герман А.Б. Этапность и цикличность развития позднемеловой флоры Анадырско-Корякского субрегиона (Северо-Восток России) и их связь с климатическими изменениями // Стратигр. Геол. корреляция. 1993. Т. 1. № 1. С. 87–96.

Герман А.Б. Меловая флора Анадырско-Корякского субрегиона (Северо-Восток России): систематический состав, возраст, стратиграфическое и флористическое значение. М.: ГЕОС, 1999. 122 с.

Герман А.Б. Альбская – палеоценовая флора Северной Пацифики. М.: ГЕОС, 2011. 280 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 592).

Герман А.Б., Лебедев Е.Л. Стратиграфия и флора меловых отложений Северо-Западной Камчатки. М.: Наука, 1991. 189 с.

Головнёва Л.Б. Новые данные о позднемеловых флорах Ульинского прогиба (Западное Приохотье) // Палеоботаника. 2013. Т. 4. С. 148–167.

Головнёва Л.Б. Провинциальное деление азиатской части Сибирско-Канадской палеофлористической области в позднем мелу // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 3. С. 64–74.

Головнёва Л.Б. Олойский флористический комплекс из меловых отложений верховьев р. Ильгувеем, Северо-Восток России. // Палеоботаника. 2015. Т. 6. С. 68–79.

Головнёва Л.Б. Чаунская флора Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. СПб.: Марафон, 2018. 308 с.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В. Карамкенсий флористический комплекс из позднемеловых образований Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Палеоботаника. 2011. Т. 2. С. 100–113.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В. Аунейский флористический комплекс из верхнемеловых отложений Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Палеоботаника. 2013а. Т. 4. С. 96–115.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В. Янский флористический комплекс из верхнемеловых вулканогенных отложений Северного Приохотья // Палеоботаника. 2013б. Т. 4. С. 5–35.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В. Геданский флористический комплекс из верхнемеловых отложений хольчанской свиты Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Палеоботаника. 2014а. Т. 5. С. 73–83.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В. Энмываамский флористический комплекс из верхнемеловых отложений Центральной Чукотки // Палеоботаника. 2014б. Т. 5. С. 42–59.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В. Флористические комплексы из верхнемеловых отложений Восточной Чукотки // Палеоботаника. 2015. Т. 6. С. 14–35.

Головнёва Л. Б., Щепетов С. В., Алексеев П. И. Чинганджинская флора (поздний мел, Северо-Восток России): систематический состав, палеоэкологические особенности и стратиграфическое значение // Чтения памяти А. Н. Криштофовича. Вып. 7. 2011. С. 37–61.

Головнёва Л.Б., Щепетов С.В., Ливач А.Э. Систематический состав и эволюционное значение флористического комплекса топтанской свиты (нижний мел Северо-Востока России // Палеоботаника. 2017а. Т. 8. С. 28–44.

Головнёва Л.Б., Алексеев П.И., Гниловская А.А., Юдова Д.А. Род Trochodendroides (Ctrciphyllaceae) в позднемеловых флорах Северо-Востока России // Палеоботаника. 2017б. Т. 8. С. 122–179.

Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Анадырская. Лист Q-59-XXI, XXII. Объяснительная записка. Составитель Б.Д. Трунов. Магадан, 1977. 69 с.

Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Еропольская. Лист Q-59-XIX,XX. Объяснительная записка. Составители В.М. Кривоносов, Э.Б. Невретдинов. Москва: Союзгеолфонд, 1981. 89 с.

Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Чукотская. Лист Q-60-XI, XII. Объяснительная записка. Составитель Е.Е. Петренко. Москва: Союзгеолфонд, 1982. 85 с.

Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Чукотская. Лист Q-1-XV,XVI. Объяснительная записка. Составитель Г.И. Богомолов. Москва: Союзгеолфонд, 1983. 63 с.

Гришин С.Ю. Сукцессии подгольцовой растительности на лавовых потоках Толбачинского дола // Ботанический журнал. 1992. Т. 77. № 1. С. 92–100.

Гришин С.Ю. Крупнейшие вулканические извержения XX столетия на Камчатке и Курильских островах и их влияние на растительность // Известия Русского географического общества. 2003. Т. 135. Вып. 3. С. 19–28.

Гришин С.Ю., Крестов П.В., Верхолат В.П., Якубов В.В. Восстановление растительности на вулкане Шивелуч после катастрофы 1964 г. // Комаровские чтения. Вып. 46. Владивосток, 2000. С. 73–104.

Дворянкин А.И., Лебедев Е.Л., Филатова Н.И. Чинейвеемский флористический комплекс на Северо-Востоке России (правобережье р. Анадырь) и его геологическое значение // Доклады Академии наук. 1993. Т. 333, № 4. С. 472–476.

Девятилова А.Д., Невретдинов Э.Б., Филиппова Г.Г. Стратиграфия верхнемеловых отложений бассейна среднего течения р. Анадырь // Геология и геофизика. 1980. № 12. С. 62–70.

Ефимова А.Ф. Верхнемеловая флора бассейна р. Амгуэмы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1966. Вып. 19. С. 172–180.

Жуланова И.Л., Русакова Т.Б., Котляр И.Н. Геохронология и геохронометрия эндогенных событий в мезозойской истории Северо-Востока Азии. М.: Наука, 2007. 358 с.

Зарецкая Н.Е. Радиоуглеродные исследования торфяников и хронология событий голоцена Южной Камчатки и Волго-Окского междуречья // Автореф. дис....канд. геол.-минерал. наук. М., 2001. 24 с.

Котляр И.Н., Русакова Т.Б. Меловой магматизм и рудоносность Охотско-Чукотской области: геолого-геохронологическая корреляция. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 152 с.

Кораблёв А.П., Нешатаева В.Ю. Динамика лесной растительности на лавовых потоках плато Толбачинский Дол (Ключевская группа вулканов, Камчатка) // Ботанический журнал. 2011. Т. 96. № 11. С. 1440–1457.

Кораблёв А.П., Нешатаева В.Ю. Первичные вулканогенные сукцессии растительности лесного пояса на плато Толбачинский Дол (Камчатка) // Известия РАН. Серия Биологическая. 2016. № 4. С. 366–377.

Кораблёв А.П., Нешатаева В.Ю., Головнёва Л.Б. Вулканогенная динамика растительности // Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки (Ключевская группа вулканов) / Под ред. В.Ю. Нешатаевой. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. С. 231–322.

Кораблёв А. П., Нешатаева В. Ю., Некрасов Т. Л., Нешатаев В. Ю. Островки уцелевшей растительности на лавовом поле Водопадном трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. // Материалы

XVIII международной научной конференции, посвященной 70-летию со дня рождения П. А. Хоментовского. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. С. 322–325.

Кораблёв А.П., Смирнов В.Э., Нешатаева В.Ю., Ханина Л.Г. Жизненные формы растений и экотопический отбор в ходе первичной сукцессии на вулканических субстратах (Камчатка, Россия) // Известия РАН. Сер. Биологическая. 2018. № 3. С. 290–300.

Красилов В.А. Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М.: Наука, 1967. 365 с.

Красилов В.А. Палеоэкология наземных растений (основные принципы и методы). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. 212 с.

Лебедев Е.Л. Стратиграфия и возраст Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1987. 175 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 421).

Ливач А.Э., Чуравцов А.П., Третьякова Н.И. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (второе издание), серия Сугойская. Лист P-56-XVIII (Омсукчан). ВСЕГЕИ, 2007.

Ложкина Н.В., Щепетов С.В. Магнитные свойства и палеомагнитная характеристика отложений Елисеевского обнажения (кривореченская свита, правобережье р. Анадырь) // Материалы по стратиграфии континентального мела Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. С. 5–14.

Манько Ю.И. Влияние современного вулканизма на растительность Камчатки и Курильских островов // Комаровские чтения. Вып. 22. Владивосток, 1974. С. 5–31.

Манько Ю.И. Вулканизм и динамика растительности // Ботанический журнал. 1980. Т. 65. № 4. С. 457–469.

Манько Ю.И., Сидельников А.Н. Влияние вулканизма на растительность. Владивосток, 1989. 161 с.

Моисеева М.Г., Соколова А.Б. Новые данные о составе и возрасте усть-эмунэрэтской флоры бассейна р. Энмываам (Центральная Чукотка) // Стратигр. геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 3. С. 45–63.

Моисеева М.Г., Соколова А.Б., Герман А.Б. Позднемеловая аянкинская флора Охотско-Чукотского вулканогенного пояса: новые данные // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сборник научных трудов / под ред. Е.Ю. Барабошкина, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаевой, М.А. Афонина, М.В. Черепановой. – Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 223–226.

Невретдинов Э.Б. Новые данные о возрасте верхнемеловых вулканогенных образований левобережья верховьев р. Анадырь // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 25. Магадан: Севвостокгеология, 1980. С. 226-228.

Нешатаева В.Ю. Сукцессии растительности на отложениях сухих речек в Центральной долине Камчатки // Вестник Ленингр. ун-та. Сер. Биология. 1987. Вып. 3. № 17. С. 45–52.

Нешатаева В.Ю. Растительность Южно-Камчатского заказника // Флора и растительность Южной Камчатки. Тр. Камчатского фил. Тихоокеанского ин-та географии ДВО РАН. 2002. Вып. 3. С. 137–232.

Нешатаева В.Ю. Растительность полуострова Камчатка. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 572 с.

Нешатаева В.Ю., Чернягина О.А., Чернядьева И.В. Редкие растительные сообщества термальных местообитаний района Мутновского вулкана (Южная Камчатка) // Ботанический журнал. 2005. Т. 90. № 5. С. 731–748.

Нешатаева В.Ю., Чернядьева И.В., Нешатаев В.Ю. Растительный покров территории Нижне-Кошелевских термальных источников (Южная Камчатка) // Ботанический журнал. 1997. Т. 82. № 11. С. 65–79.

Нешатаева В.Ю., Чернядьева И.В., Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С., Нешатаев В.Ю., Чернягина О.А., Дулин М.В. Пойменные леса Юго-Западной Камчатки (флористическая и фитоценотическая характеристика) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Докл. V научн. конф. Петропавловск-Камчатский, 2005. С. 70–102.

Нешатаева В.Ю, Кораблёв А.П., Вяткина М.П., Нешатаев В.Ю. Растительность вулканических плато Центральной Камчатки // Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки (Ключевская группа вулканов) / Под ред. В.Ю. Нешатаевой. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. С. 165–230.

Новейший и современный вулканизм на территории России / отв. ред. Н.П. Лаверов. М.: Наука, 2005. 604 с.

Паракецов К.В., Паракецова Г.И. Стратиграфия и фауна верхнеюрских и нижнемеловых отложений Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1989. 298 с.

Попов Г.Г. Зырянский каменноугольный бассейн // Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 10. М.: Госгеолтехиздат. 1962. С. 32–105.

Похиалайнен В.П. Мел Северо-Востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 37 с.

Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка) / под ред. Ю.Н. Нешатаева, В.Ю. Нешатаевой, А.Т. Науменко // Тр. Ботанического ин-та РАН. 1994. Вып. 16. 230 с.

Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки / под ред. В.Ю. Нешатаевой. М.: Т-во научн. изданий КМК, 2014. 461 с.

Решения Второго Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Северо-Востока СССР (Магадан, 1974–1975 гг.). Магадан: ГКП СВТГУ, 1978. 192 с.

Решения Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002). СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.

Самылина В.А. Раннемеловые флоры Северо-Востока СССР (К проблеме становления флор кайнофита) // XXVII Комаровские чтения. Л.: Наука, 1974. 55 с.

Самылина В.А. Меловая флора Омсукчана. Л.: Наука, 1976. 207 с.

Самылина В.А. О меловой флоре с р. Кананыга (Северное Приохотье) // Стратиграфия и палеонтология палеозойских и мезозойских отложений Северо-Востока СССР. М.: Геол. фонд РСФСР, 1984а. С. 178–190.

Самылина В.А. Позднемеловая флора р. Тап (Северное Приохотье) // Ежегодник Всесоюз. Палеонтол. о-ва. Т. 27. М.: ВПО, 1984б. С. 236–247.

Самылина В.А. Аркагалинская стратофлора Северо-Востока Азии. Л.: Наука, 1988. 131 с.

Самылина В.А., Филиппова Г.Г. Новые меловые папоротники Северо-Востока СССР // Палеонтол. журн. 1970. № 2. С. 90–97.

Самылина В.А., Щепетов С.В. Новый вид папоротника Hausmannia и распространение этого рода на Северо-Востоке СССР // Палеонтол. журн. 1988. № 2. С. 130–135.

Сперанская И.М. Геология и петрография кислых эффузивов северного побережья Охотского моря со специальным обзором проблемы игнимбритов // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1964. Вып. 17. С. 122–133.

Стратиграфический кодекс России. 3-е издание. Отв. ред. Жамойда А.И. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.

Терехова Г.П. О возрасте криворечeнской свиты и гребенкинского флористического комплекса // Стратиграфия и палеонтология фанерозоя Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВО АН РАН 1988. С. 100–117.

Толмачев А.И. Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов Северного полушария // Ботанический журн. 1948. Т. 33. № 2. С. 161–180.

Толмачев А.И. Автохтонное ядро арктической флоры и ее связи с высокогорными флорами Северной и Центральной Азии // Проблемы ботаники. Вып. 6. Вопросы ботанической географии, геоботаники и лесной биогеоценологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 55–65.

Толмачев А.И. Вулканы Камчатки и вопросы флорогенеза // Комаровские чтения. Вып. 24. Л.: Наука, 1972. С. 81–82.

Филиппова Г.Г. Стратиграфия и возраст континентальных отложений бассейна реки Амгуэма и северного побережья залива Креста // Колыма. 1997. № 2. С. 12–23.

Филиппова Г.Г. Стратиграфия и возраст континентальных отложений Центральной и Восточной Чукотки // Тихоокеанская геология. 2001. Т. 20. № 1. С. 85–99.

Филиппова Г.Г., Абрамова Л.Н. Позднемеловая флора Северо-Востока России. М.: Недра, 1993. 348 с.

Харкевич С.С. Таксономический состав и географическое распространение сосудистых растений Северной Корякии (Камчатская Область) // Комаровские чтения. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1984. Вып. 31. С. 3–45.

Щепетов С.В. Среднемеловая флора чаунской серии (Центральная Чукотка). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1991а. 145 с.

Щепетов С.В. Стратиграфия континентального мела юго-западного фланга Колымского нагорья. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1991б. 160 с.

Щепетов С.В. Позднемезозойские отложения Северного Приохотья (схемы распространения региональных и местных стратиграфических подразделений). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. 12 с.

Щепетов С.В. Стратиграфия континентального мела Северо-Востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1995. 122 с.

Щепетов С.В., Герман А.Б. Холоховчанский флористический комплекс позднего мела Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (Северо-Восток Азии) // Палеоботаника. 2013. Т. 4. С. 116–147.

Щепетов С.В., Герман А.Б. Проблемы биостратиграфии континентального мела Северо-Востока Азии // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сборник научных трудов / под ред. Е.Ю. Барабошкина, В.С. Маркевич, Е.В. Бугдаевой, М.А. Афонина, М.В. Черепановой. – Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 331–335.

Щепетов С.В., Герман А.Б. Условия формирования захоронения динозавров и растений в бассейне реки Каканаут (Корякское нагорье, Северо-Восток Азии) в конце мелового периода // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 4. С. 42–61.

Щепетов С.В., Герман А.Б. О флорах и стратиграфии неморского мела Северо-Востока России // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы IX Всероссийского совещания 17–21 сентября 2018 г., НИУ «БелГУ», г. Белгород / под ред. Е.Ю. Барабошкина, Т.А. Липницкой, А.Ю. Гужикова. – Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2018. С. 297–300.

Щепетов С.В., Герман А.Б. К вопросу о стратиграфии и флорах неморского мела Северо-Востока России // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27. № 3. С. 40–52.

Щепетов С.В., Головнёва Л.Б. Позднемеловая флора из вулканогенных образований Северного Приохотья (Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) // Палеоботаника. 2010. Т. 1. С. 45–95.

Щепетов С.В., Головнёва Л.Б. Зоринская флора Северного Приохотья (поздний мел) и проблема фитостратиграфии нижней части разреза Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 4. С. 52–66.

Щепетов С.В., Нешатаева В.Ю. К проблеме корреляции толщ неморского мела Северо-Востока России: условия формирования флор вулканической области // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27. № 6. С. 41–54.

Щепетов С.В., Герман А.Б., Белая Б.В. Среднемеловая флора правобережья р. Анадырь. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1992. 165 с.

Юдова Д.А, Головнёва Л.Б. Род Trochodendroides Berry в чинганджинской флоре Северо-Востока России // Палеоботаника. 2014. Т. 5. С. 60–72.

Юдова Д.А, Головнёва Л.Б. Новый вид рода Sequoia Endli (Cupressaceae) из позднемеловых отложений Северо-Востока России // Палеоботаника. 2015. Т. 6. С. 80–95.

Юдова Д.А, Головнёва Л.Б., Алексеев П.И. Распространение рода Dalembia E. Lebedev et Herman (Magnoliophyta) в позднемеловых флорах Северной Пацифики // Палеоботаника. 2016. Т. 7. С. 66–79.

Юрцев Б.А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л.: Наука, 1974. 159 с.

Якубов В.В. Эндемы Камчатской флоры // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы 5-й научн. конф. Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. С. 112–115.

Якубов В.В. Флора вулканических плато Ушковский дол и Толбачинский Дол. Сосудистые растения. В кн.: Растительный покров вулканических плато Центральной Камчатки (Ключевская группа вулканов). М.: КМК, 2014.С. 30–65.

Brosgé W.P., Whittington Ch.L. Geology of the Umiat-Maybe Creek Region, Alaska // U.S. Geological Survey Professional Paper. 1966. Vol. 303-H. P. 501–638.

Dilcher D.L. Early angiosperm reproduction: An introductory report // Review of Palaeobotany and Palynology. 1979. Vol. 27. P. 291–328.

Dilcher D.L. Plant reproductive strategies: Using the fossil record to unravel current issues in plant reproduction / P.C. Hoch, A.G. Stepherson (Eds). Experimental and Molecular Approaches to Plant Biosystematics // Monographs in Systematic Botany. 1995. Vol. 53. P. 187–198.

Fuller R.N., del Moral R. The role of refugia and dispersal in primary succession on Mount St. Helens, Washington // Journal of Vegetation Science. 2003. Vol. 14. P. 637–644.

Grishin S., del Moral R. Dynamics of forest after catastrophic eruption of Kamchatka's volcanoes / I. Turner (Ed.). Biodiversity and the dynamics of ecosystems // National University of Singapore. Singapore, 1996. P. 133–146.

Herman A.B. Late Early–Late Cretaceous f loras of the North Pacific Region: f lorogenesis and early angiosperm invasion // Review of Palaeobotany and Palynology. 2002. Vol. 122. Nos. 1–2. P. 1–11.

Herman A.B. Albian–Paleocene flora of the North Pacific: systematic composition, palaeofloristics and phytostratigraphy // Stratigraphy and Geological Correlation. 2013. Vol. 21. No. 7. P. 689–747.

Herman A.B., Golovneva L.B., Shczepetov S.V., Grabovsky A.A. The Late Cretaceous Arman Flora of Magadan Oblast, Northeastern Russia // Stratigraphy and Geological Correlation. 2016. Vol. 24. No 7. P. 651–760 doi:10.1134/S0869593816070029

Hultén E. Flora of Kamtschatka and the adjacent islands // Kungl. Svenska Vetenskapsakadem. Handl. 1927. Ser. 3. Bd. 5. No 1. 346 p.

Hultén E. The plant cover of Southern Kamchatka // Arkiv för Botanik. 1972. Serie 2. Bd. 7. Nr. 3. P. 181–257.

Kelley S., Spicer R.A., Herman A.B. New $^{40}Ar/^{39}Ar$ dates for Cretaceous Chauna Group tefra, Norteastern Russia, and their implications for the geologic history and floral evolution of the North Pacific region // Cretaceous Research. 1999. Vol. 20. No 1. P. 97–106.

Krassilov V.A. Angiosperm origins: morphological and ecological aspects. Sofia: Pensoft Publ., 1997. 370 pp.

Retlack G.J., Dilcher D.L. A coastal hypothesis for the origin and rise to dominance of flowering plants / K.J. Niklas (ed.). Paleobotany, Paleoecology and Evolution. Vol. 2 / New York: Praeger Publ., 1981a. P. 27–77.

Retlack G.J., Dilcher D.L. Early angiosperm reproduction: Prisca reynoldsii, gen et sp. nov. from mid-Cretaceous coastal deposits in Kansas, USA // Palaeontolographica. 1981b. Vol. B179. P. 103–137.

Retlack G.J., Dilcher D.L. Cretaceous angiosperm invasion of North America // Cretaceous Research. 1986. Vol. 7. P. 227–252.

Samylina V.A. Early Cretaceous angiosperms of the Soviet Union based on leaf and fruit remains // Journal Linnean Society (Botany). 1968. Vol. 61. No 384. P. 207–218.

Shczepetov S.V., Golovneva L.B. Morphological diversity of leaves of Pseudoprotophyllum (Platanaceae) from the Turonian–Coniacian of the northern coast of the sea of Okhotsk // Paleontological Jurnal. 2009. Vol. 43. No 10. P. 1330–1338.

Smiley Ch.J. Cretaceous floras of Chandler-Colville region, Alaska: Stratigraphy and preliminary floristics // American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 1969a. Vol. 53. No 3. P. 482–502.

Smiley Ch.J. Floral zones and correlations of Cretaceous Kukpowruk and Corwin Formations, Northwestern Alaska // American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 1969b. Vol. 53. No 10. P. 2079–2093.

Spicer R.A., Herman A.B. The Albian-Cenomanian flora of the Kukpowruk River, western North Slope, Alaska: stratigraphy, palaeofloristics, and plant communities // Cretaceous Research. 2001. Vol. 22. P. 1–40.

Spicer R.A., Herman A.B., Ahlberg A., Valdes P.J., Hoffman Ch.-Ch. Plants and climate: Recent developmens with CLAMP and its applications in Earth system science // Сборник памяти члена-корреспондента АН СССР, профессора В.А. Вахрамеева (к 90-летию со дня рождения) / М.А. Ахметьев, А.Б. Герман, М.П. Долуденко, И.А. Игнатьев (ред.). М.: ГЕОС, 2002. С. 126–127.

Stebbins G.L. Flowering plants: Evolution above the species level. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press, 1974. 399 p.

Tikhomirov P.L., Kalinina E.A., Moriguti T., Makishima A., Kobayashi K., Cherepanova I.Yu., Nakamura E. The Cretaceous Okhotsk-Chukotka Volcanic Belt (NE Russia): geology, geochronology, magma output rates, and implications on the genesis of silicic LIPs // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2012. Vol. 221–222. P. 14–32.

Zaretskaia N.E., Uspenskaia O.N. Volcanic influence on the Holocene peat bog vegetation // Plants and Volcanoes: Abstracts of the Kamchatka Field Symposium. Petropavlovsk-Kamchatsky, 9–15 July 2001. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2001. P. 25

Научное издание

С.В. Щепетов, А.Б. Герман, В.Ю. Нешатаева

ФОРМИРОВАНИЕ ПАЛЕОФЛОР И МЕЛОВОЙ ВУЛКАНИЗМ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗИИ

Компьютерная верстка *Н. Н. Новожиловой*
Цветокоррекция *А. В. Никитина*
Корректор *Е. Г. Терскова*
Фотографии на обложке *А. П. Кораблёва*

Подписано к печати 01.11.2019. Формат 60 × 90 ⅛.
Бумага мелованная. Гарнитура Petersburg. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23.
Тираж 300 экз. Тип. зак. № 1582

ООО «ИПФ „Марафон“»
Санкт-Петербург, Измайловский пр., 18д
E-mail: marafon2004@yandex.ru

ООО «Политехника-Сервис»
Санкт-Петербург, Измайловский пр., 18д
Тел. (812) 251-51-27
E-mail: politehnika@mail.ru

ISBN 978-5-903343-19-5