

С. В. Викулин

Находка структурно сохранившихся побегов *Sequoia abietina* в раннеолигоценном пасековском месторождении бурого угля (Воронежская обл.)

S. V. Vikulin

A find of structurally preserved twigs of *Sequoia abietina* from Early Oligocene brown coal site Pasekovo (Voronezh Province, Russia)

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург
vickulin@gmail.com

Фитолеймы листьев и вегетативных побегов *Sequoia abietina* были обнаружены в раннеолигеновых лигитах Пасековского буроугольного месторождения (Воронежская обл., юг Центральной России), около 40 млн лет. Эти ископаемые остатки — наиболее древние из структурно сохранившихся представителей рода *Sequoia* в европейской части России. Вид *S. abietina* был распространен преимущественно в миоцене Европы, причем структурно сохранившиеся листья *Sequoia* в Европе были описаны лишь в олигоцене юга Франции (Armissant), и миоцене западной Германии (Habichtswald), а также в миоцене Исландии (Botn). В подтверждение родовой идентификации секвойи по морфологии побегов (две устьичных полосы и срединная жилка, линейный лист низбегающий на ось побега), были изучены устьичные аппараты ископаемой и современной *Sequoia* из раннепалеогеновой флоры Пасеково, Воронежская обл. При сходстве внешней морфологии побега раннеолигеновая *S. abietina* отличается от современного вида особенностями микроморфологии листа: более мелкими устьицами, включая меньшую величину побочных клеток. Также в Пасеково, помимо таксоидума мексиканского родства, были обнаружены ископаемые мелкие семена *Quasisequoia* sp., промежуточные по морфологии между современными *Sequoiadendron* и *Sequoia*, и пыльца секвойевого облика (*Sequoiapollenites*). В ближайшей к пасековской, более древней палеогеновой флоре Тима (Курская обл., поздний эоцен, расстояние ок. 200 км) обнаружены чешуелистные секвойеподобные побеги с терминально расположенными небольшими округлыми шишками более древнего вида — *Quasisequoia couttsiae*.

Ключевые слова: хвойные, *Sequoia sempervirens*, *Sequoia abietina*, *Quasisequoia*, Пасеково, устьице, эпидерма, лист, бурый уголь, эоцен, олигоцен.

Sequoia Endl. — один из 7 монотипных родов сем. *Taxodiaceae*, рассматриваемого ныне в широких рамках сем. *Cupressaceae* (Farjon, 2005). К роду относится лишь один современный вид *S. sempervirens*, сохранившийся в естественных популяциях на западном побережье Северной Америки. Ископаемые находки свидетельствуют о былом циркумбореальном распро-

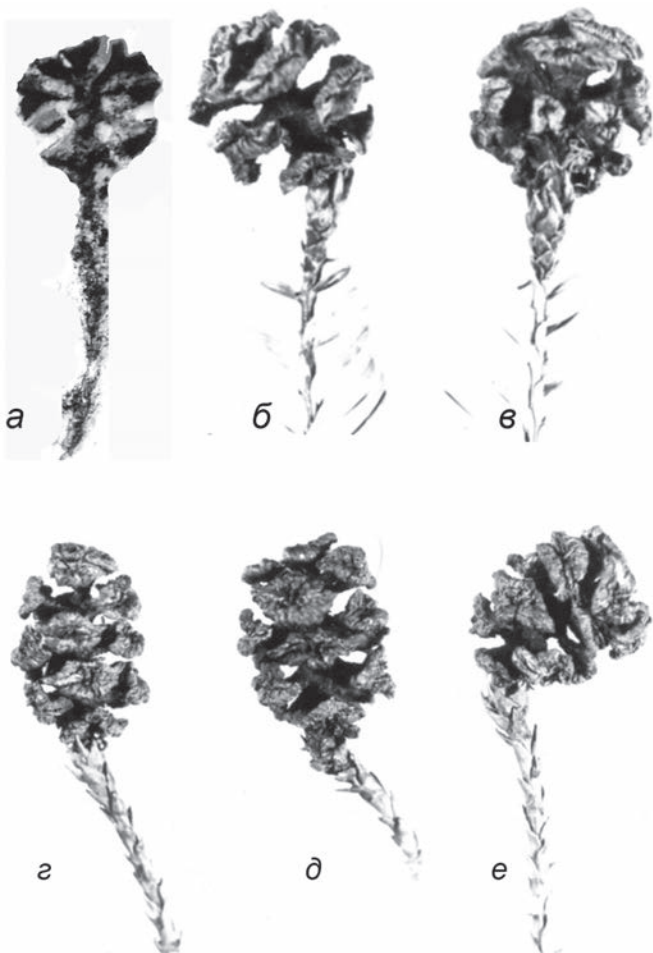
странении видов этого рода, который с позднего мела был широко распространен в Евразии и Северной Америке, выжив на юге Европы и на Кавказе до конца плиоцена. Вследствие раннеплейстоценовых оледенений и последующей аридизации на протяжении четвертичного периода реликтовый ныне вид *S. sempervirens* произрастает, как было указано выше, лишь в северной Калифорнии и южном Орегоне (Северная Америка).

Наиболее достоверные секвойеподобные фоссилии известны в Северном полушарии начиная с позднего палеоцена (Wolfe, 1996). Древние представители рода *Sequoia* описывались под названиями *S. abietina*, *S. langsdorfii*, *S. tournallii*, *S. affinis* и *S. couttsiae* (= *Quasisequoia couttsiae*) применительно к побегам двух типов: побеги с чешуевидными листьями и спиральным филлотаксисом и уплощенные побеги, также со спиральным листорасположением, у которых листья расположены в два ряда. В Северной Америке был описан близкий к европейской *S. abietina* вид *S. affinis* (Chaney, 1951; Meyer, Manchester, 1997). Среди ископаемых аналогов современного калифорнийского вида *S. sempervirens* в Европе известна лишь *S. abietina*, описанная по остаткам листьев и побегов (Knobloch, 1968). В настоящей статье впервые для Европейской России описываются структурно сохранившиеся побеги *S. abietina* из раннеолигеновой флоры Пасеково (рис. 1).

Примечательно, что для древних секвой из отложений от палеоцена до раннего олигоцена (~55–25 млн лет) характерны более узкие, прижатые к оси вегетативного побега чешуевидные листья; их шишки имеют меньшие размеры (рис. 2, а), чем у миоценовых секвой (~25–10 млн лет). Миоценовые фоссилии обладают сравнительно более крупными листьями, более крупными продолговатыми шишками и имеют облик, близкий к *S. sempervirens* (рис. 2, б–е) (Wolfe, 1996; Ma, Li, 2002; Ma et al., 2005b). Характерно, что раннетретичные виды отличаются от позднетретичных не только размерами, но и признаками строения кутикулы листьев, и формой и размерами семян, которые у раннетретичных видов промежуточны между видами *Sequoia* и *Sequoiadendron* (рис. 3, 1–4; 4, 1–9; 5, 1–4).



Рис. 1. Географическая схема раннеолигоценового местонахождения Пасеково (● — 49°51'48" с. ш.; 39°43'38" в. д.) на юге Воронежской обл. (Кантемировский р-н).



Проводилось исследование замыкающих клеток в устье ископаемой секвойи из плиоценовых отложений Японии, откуда следовало, что заметных различий по размеру от современного вида не наблюдается (Miki, Hikita, 1951). Исходя из корреляции уровня плоидности и размера замыкающих клеток устьиц (Master-son, 1994), можно предположить, что *Sequoia* достигла характерной для современного вида гексаплоидности уже в неогене, а скачок в уровне полиплоидности произошёл в более ранние эпохи палеогена или конца мела. Современный гексаплоидный вид *S. sempervirens* скорее всего возник в донеогеновое время посредством гибридизации между родами, подобными *Parataxodium/Metasequoia*, и такими таксодиоидными родами, как *Sequoiadendron*, *Taiwania* или *Athrotaxis*. Весьма вероятно, что процесс повышения уровня плоидности (коррелирующий с размерами замыкающих клеток устьиц) от диплоидности к гексаплоидности не произошёл одномоментно, а занял продолжительный геологический временной интервал (Ahuja, Neale, 2002).

Рис. 2. Шишки ископаемой *Quasisequoia couttsiae* и современной *Sequoia sempervirens*.

a — *Q. couttsiae*: чешуелистный побег с терминально расположенной округлой шишкой, верхний эоцен, кварцитовидный песчаник, Тим, Курская обл., коллектор С. В. Викулин; *б-е* — изменчивость шишек и шишконосных побегов *S. sempervirens*, арборетум Никитского ботанического сада, Крым, коллектор Г. С. Захаренко.

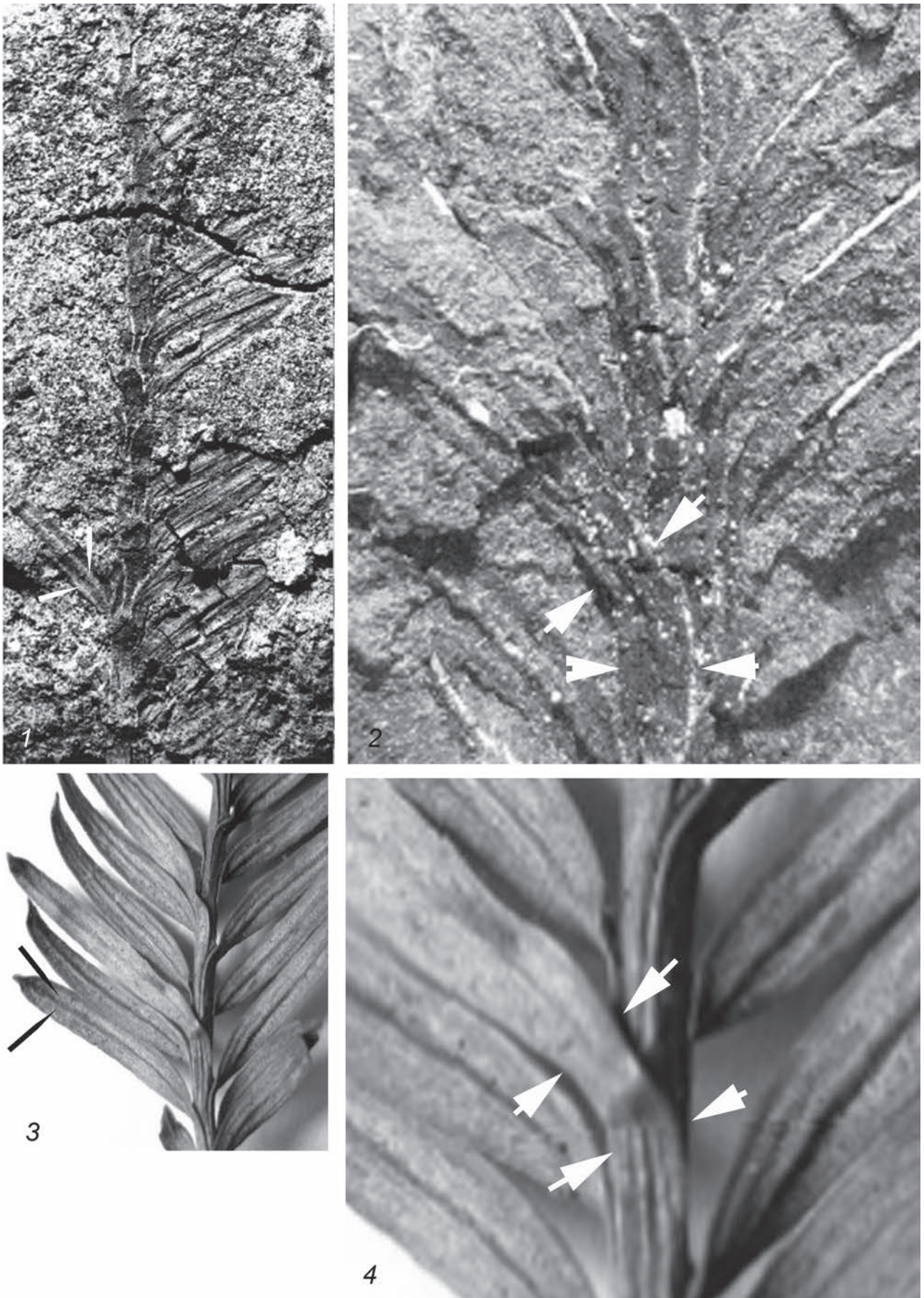


Рис. 3. Побеги с линейными листьями ископаемой *Sequoia abietina* (1, 2) и современной *Sequoia sempervirens* (3, 4). 1, 3 — побеги; 2, 4 — увеличенные фрагменты побегов. Стрелками показано низбегание линейного листа на ось побега.

Род *SEQUOIA* Endlicher, 1847*Sequoia abietina* (Brongn.) Knobl.

Рис. 3, 1–2; 4, 1–4; 5, 1–5

В европейских палеогеновых и неогеновых флорах секвойеподобные побеги были известны как *S. langsdorfii* (Brongn. ex Endl.) Heer. Однако этот ранее широко использовавшийся биномен оказался более поздним синонимом (см. Kvaček, 1976). Еще до даты действительного обнаружения базинима *Taxites langsdorfii* (1847 г.) под названием *Phyllites abietina* (Brongniart in Cuvier, 1822, pl. 11, fig. 13) были описаны европейские ископаемые остатки, сходные с современной секвойей (образец из миоценового местонахождения Habichtswald в западной Германии). В 1964 г. Knobloch обнаружил комбинацию *Sequoia abietina* (Brongn.) Knobloch.

Sequoia abietina (Brongn.) Knobl., 1964; Kvaček, 1976, неотип: fig. 3a, d (отпечаток/противоотпечаток), fig. 4b (эпидерма с устьицами) (Хабихтсвальд, зап. Германия); Grimson et al., 2007, pl. 3, figs 1–9; pl. 4, figs 1–2 (увелич.); *Phyllites abietina* Brongn. in Cuvier, 1822, pl. 11, fig. 13, Habichtswald; *Taxites langsdorfii* Brongn., 1828a, nom. nud. (Nidda); *T. langsdorfii* Brongn. ex Endl., 1847 (valid diagnosis); *Sequoia langsdorfii* (Brongn. ex Endl.) Heer, 1855, pl. 21, fig. 4a; Litke, 1966, pl. 5, figs. 3–5; Kilpper, 1968, pl. 38, figs. 5–7; Kvaček, 1976, лекто-тип: fig. 3b (натура), с (увеличение), fig. 4a (эпидерма с устьицами); *S. tournallii* (Brongn.) Kvaček, 1976, fig. 3e (топотип, Армиссан, олигоцен, юг Франции).

Неотип (Kvaček, 1976): облиственный побег, обр. Z 119 (отпечаток), Z 118 (противоотпечаток), колл. L. von Buch из фондов Museum für Naturkunde, Humboldt Universität, Berlin, Германия, Habichtswald. миоцен; Kvaček, 1976, Fig. 3a, d; fig. 4b.

Ввиду того, что типовой материал Броньяра (*Phyllites abietina* Brongniart in Cuvier, 1822: pl. 11, fig. 3) из Muséum National d'Historie Naturelle в Париже оказался утраченным, Z. Kvaček (1976) предложил неотип для этого вида, основывающийся на изученном им стома-тографически сохранившемся образце секвойи из Habichtswald в коллекции L. von Buch из фондов Museum für Naturkunde, Humboldt Universität, Berlin.

Распространение: структурно сохранившиеся побеги секвой в Европе: миоцен, Хабихтсвальд, зап. Германия; миоцен, Исландия; Армиссан, олигоцен, юг Франции (Brongniart, 1828b); нижний олигоцен, Пасеково, Воронежская обл., Россия.

Местонахождение в России: пасековская свита, нижний олигоцен, хутор Лебедев, Кантемировский район, Воронежская обл., юг центральной России.

На юге Европейской России имеется лишь одно месторождение бурых углей со структурно сохранившимися ископаемыми остатками растений палеогена. Эти угли залегают на территории хутора Лебедев¹,

который находится вблизи ж.-д. станции Пасеково (рис. 1). Стратиграфически угли сейчас относятся геологами к особой раннеолигоценовой «пасековской свите» (Шпуль, 2005) — аналогу межигорской свиты киевского Приднепровья. Угленосная толща возраста около 40 млн лет, включающая в себя остатки ископаемых растений таксодиево-ниссового болота (Викулин, 1987а–в, 1990, 2002, 2010, 2011; Викулин, Пнева, 1986; Проскурин, Викулин, 1990; Vickulin, 1999a, b; Vickulin et al., 2003a, 2004), выполняет узкую эрозионную долину глубиной до 30 м, врезанную в верхнюю часть позднеэоценовых киевских глин (Семенов, 1965; Геологические..., 1996). Палеогеографически растительные остатки угольных отложений Пасекова, вероятно, представляли различные группировки растительности, произраставшей в околodelьтовых участках суши по берегам древней реки Палео-Дон, впадавшей неподалеку в мелководный морской залив.

Судя по редкой (обнаружено несколько побегов и семян) в сравнении с таксодиумом (десятки побегов) встречаемости в ископаемом флористическом комплексе, секвойя произрастала в некотором отдалении от мест аккумуляции ее побегов, которые, вероятно, сносились водными потоками в таксодиево-ниссовое болото с возвышенных мест окрестных плакоров.

Материал: отпечатки побега с листьями, препараты ископаемой эпидермы с устьицами (стеклянные слайды и столики для СЭМ), ископаемые семена и пыльца.

Описание ископаемого материала

Побеги: листья плоских побегов линейно-ланцетные, с двурядным нерегулярным очередным спиральным листорасположением (рис. 3, 1–2), веточки 6–12 до 55 мм дл., 1.0–1.5–2.5 см шир., ось 1–2 мм шир. От трех до пяти листьев на 1 см оси побега, верхушка листа заостренная, основание примыкающее к оси побега — избегающее на ось вегетативного побега (рис. 3, 2), листовая пластинка 8–18 мм дл., 1–3 мм шир. Отношение длины к ширине составляет около 5.0–7.5. Угол отхождения листьев от оси в пределах 30–60°, основание листьев асимметричное, скрученное в области примыкания к оси побега, лист уплощен бифациально, абаксиальная поверхность несет отчетливую срединную жилку, боковые краевые поверхности листа плоские или слегка волнистые, адаксиальная поверхность плоская или слегка выпуклая, срединная жилка отчетливо проявляется в проксиальной части листа, слабее видна в апикальной части, край листа цельный, лишен мелких зубчиков (рис. 3, 2).

Эпидерма во внеустьичных участках состоит из узких, удлинённых, прямоугольных или веретеновидных клеток с прямыми стенками, 60–130 мкм дл. и 12–15 мкм шир., эпидермальные клетки в области устьиц (интрастоматальные) варьируют от прямоугольных до удлинённых, вытянутых.

Устьица располагаются на одной линии параллельно главной жилке, сгруппированы в виде после-

¹ В пределах листа М-37-XXII (г. Кантемировка), юго-восточного крыла Воронежской антеклизы.

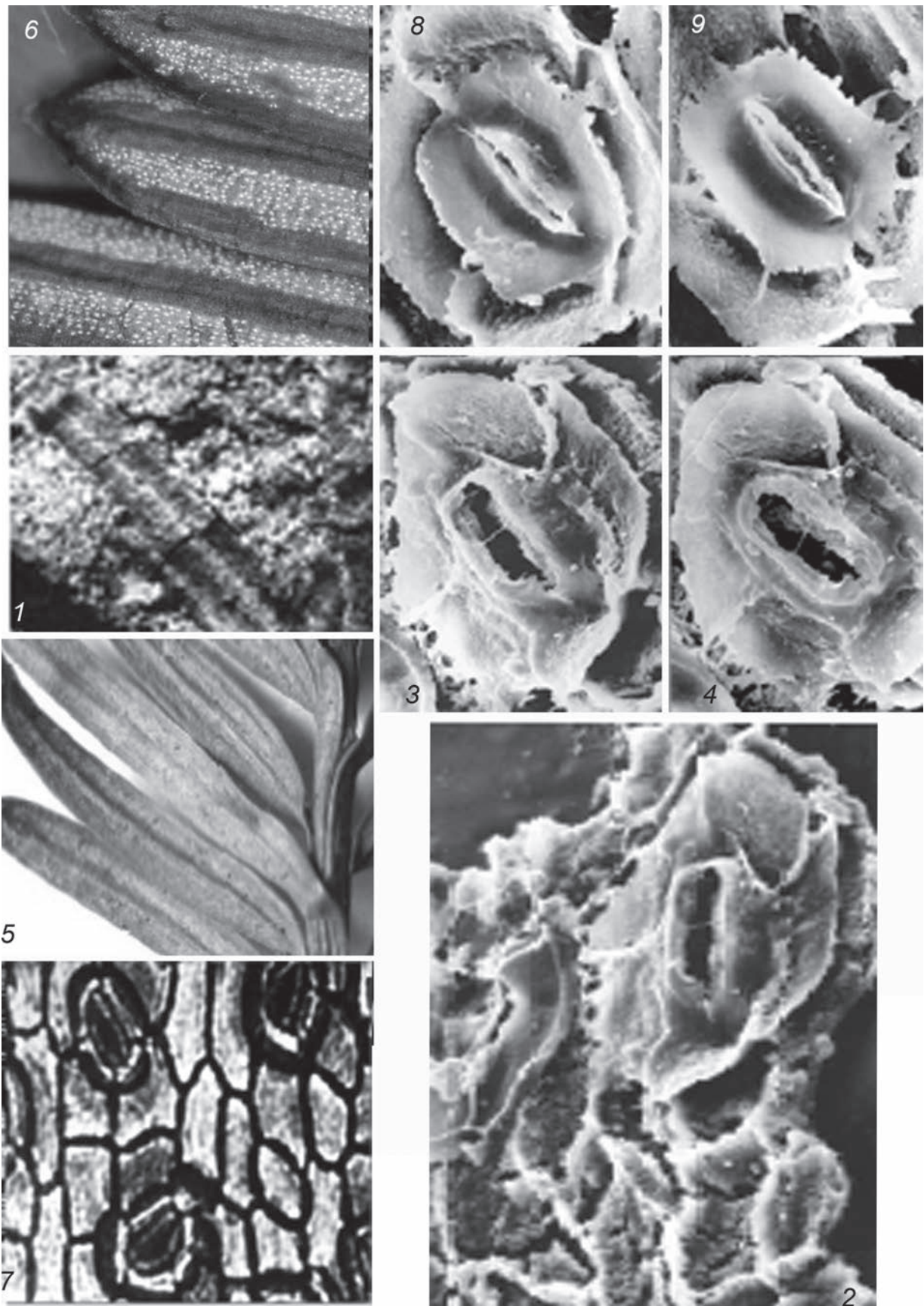


Рис. 4. Устьичные полосы и устьица ископаемой *Sequoia abietina* (1–4) и современной *Sequoia sempervirens* (5–9). 1 — фрагмент отпечатка листа *S. abietina* с двумя устьичными полосками и срединной жилкой; 2 — участок устьичной полоски *S. abietina*, устьица ориентированы параллельно оси линейного листа, сканирующий электронный микроскоп Jeol 35-С, БИН РАН (СЭМ); 3, 4 — увеличенное устьице, СЭМ: вид под углом 45° (3) и 90° (4); 5, 6 — линейные листья *S. sempervirens* с двумя устьичными полосками и срединной жилкой, Сев. Америка, Калифорния, заповедник секвойи Muir woods, февраль 2007, коллектор С. В. Викулин; 7 — участок устьичной полоски *S. sempervirens*, устьица ориентированы параллельно или под небольшим углом к оси линейного листа, световой микроскоп; 8, 9 — устьица *S. sempervirens*.

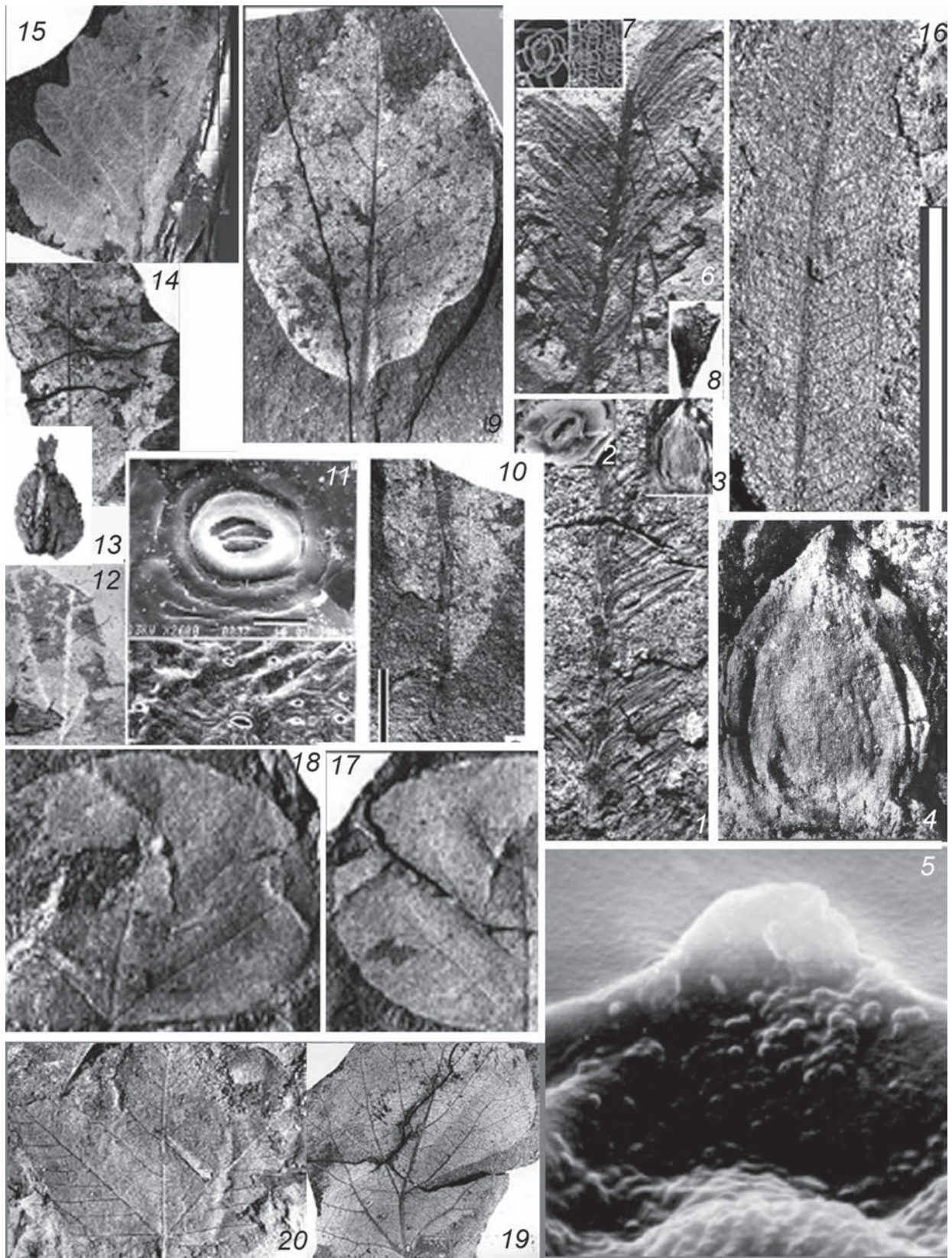


Рис. 5. Ископаемая *Sequoia abietina* из раннеолигоценовой флоры Пасекова, Воронежская обл. и ее виды-спутники. 1–5 — *S. abietina*: 1 — побег, 2 — устье, 3, 4 — семя, 5 — фрагмент пыльцы с папиллой и гранулярными тельцами Убиша (*Sequoiapollenites*), палинологический материал подготовлен к фотосъемке на СЭМ Л. А. Пановой (ВСЕГЕИ); 6–8 — *Taxodium balticum*: 6 — побег, 7 — эпидерма с устьицами, 8 — ископаемое семя (*T. heerii*) из колл. К. П. Проскурина (БИН); 9 — *Nyssa zhilinii* Vikulin et Pnevа, отпечаток листа; 10, 11 — *Rhodomyrthophyllum pasekovicum* Vikulin: 10 — отпечаток листа, 11 — эпидерма и устьеца с кутикулярными кольцами (СЭМ); 12 — *Cinnamomum* sp.; 13 — *Epacridicarpum rossicum* Proskurin et Vikulin, плод, колл. К. П. Проскурина (БИН); 14 — *Quercus pseudoalexeevii* Vikulin, отпечаток листа; 15 — ‘*Quercus*’ *roburooides* Gaudin, отпечаток листа; 16 — ‘*Apocynophyllum*’ *helveticum* Heer (cf. *Decodon*, *Lythraceae*), отпечаток листа; 17, 18 — *Populus pasekovica* Vikulin, отпечаток и противоотпечаток листа, 19 — *Alangium tiliaefolium* (A. Br.) Kryshch. et A. Borsuk, отпечаток листа; 20 — *Acer tricuspdatum* A. Br. et Agass. (cf. совр. *Acer rubrum* L.), отпечаток листа.

довательных рядов, формирующих устьичные полоски (рис. 4, 1–4). Количество побочных клеток варьирует от 4 (две полярных и две латеральных побочных клетки) и более 4 (с дополнительными латеральными побочными клетками), устьица 25–35 мкм дл. (рис. 4, 2–4).

Женские шишки (Тим, Курская обл.) со спирально расположенными щитковидными чешуями, на ножке, покрытой короткими спирально расположенными чешуевидными листьями (рис. 2, а).

Сравнение и обсуждение

По признакам морфологии побега ископаемая секвойя с юга Русской равнины практически не отличается от современной *S. sempervirens* (Lamb.) Endl. (рис. 3; 4; 5, 1–5). Сходные побеги часто встречаются в палеогене и неогене Северного полушария и ранее, в европейских флорах обычно описывались под названием *S. langsdorfii* (Brongn.) Heer. Примечательно также, что О. Heer часто использовал название *Sequoia langsdorfii* для обозначения остатков хвойных, которые впоследствии оказались отнесенными к роду *Metasequoia*. Вид *S. abietina* был широко распространен в Европе с олигоцена по плиоцен и особенно в миоцене.

Детальное сравнение образцов из Пасекова с миоценовым европейским видом показывает, что хотя побеги *S. abietina* из Пасекова не имеют морфологических отличий от побегов *S. sempervirens* (рис. 3, 3–4; 5, 6–9), помимо меньших размеров (рис. 3, 1, 2), пасековская ископаемая секвойя отличается по строению эпидермы более мелкими клетками устьичных аппаратов и мелкими семенами (рис. 4, 3, 4).

Во флоре Пасеково, откуда происходят ископаемые остатки секвойи, отмечено также большое количество побегов *Taxodium balticum* (Викулин, 2011; Викулин и др., 2005, 2010, 2011). Примечательно, что листья и секвойи, и таксодиума имеют заостренные кончики, тогда как их морфологическое отличие по вегетативным побегам заключается в особенностях низбегающих оснований листьев на ось побега. Так, у секвойи проксимальная часть листовой пластинки лишь слегка сужена слабо выраженной перетяжкой и широкое основание листа без изменений переходит на ось побега (Ma, Li, 2002; Ma et al., 2004, 2013). Напротив, у таксодиума область примыкания листовой пластинки к оси побега заметно сужается (Викулин и др., 2005; Vickulin et al., 2003a, б; 2004; Ma et al., 2005a). Также и эпидермальное строение листьев позволяет с легкостью различать листья таксодиума и секвойи. У таксодиума ориентация устьичных аппаратов по отношению к оси листа ортогональная, то есть они расположены перпендикулярно к оси листа, тогда как у секвойи ориентация устьиц — параллельно оси листа. Внеустьичные эпидермальные клетки таксодиума короткие ортогональные, тогда как клетки секвойи всегда вытянутые и притом часто в 3–5 раз превышают ширину клеток. Устьичные аппараты метасеквойи расположены вдоль

оси листа, внеустьичные эпидермальные клетки извилистые и сильно ундулируют, что хорошо заметно при рассматривании препаратов эпидермиса метасеквойи (Викулин и др., 2010, 2011; Vickulin et al., 2003a, б; 2004).

Палеоэкология местообитания пасековской секвойи

Состав пасековской флоры (Викулин, 1987a–в; 1990, 2002, 2010, 2011; Викулин, Пнева, 1986; Прокурин, Викулин, 1990; Vickulin, 1999a, б; Vickulin et al., 2003a, 2004) наряду с характером вмещающего бурогоугольного лигита свидетельствует об автохтонном характере данной флоры, где *Taxodium*, *Glyptostrobus* и отчасти *Sequoia* могли быть элементами прибрежной пойменной долины в непосредственной близости к водоему, где происходила аккумуляция и фоссилизация растительного материала. В то время как *Glyptostrobus* и *Taxodium*, так же как и *Nyssa* spp., *Decodon*, переносят частичное затопление (высокий уровень подъема воды), раннеолигоценовая *Sequoia abietina* на юге Русской равнины могла расти в некотором отдалении на более возвышенных участках, совместно с древесно-кустарниковыми видами в составе смешанного леса с листопадными *Populus germanica*, *P. pasekovica*, *P. eichwaldii*, *Sorbus prealnifolia*, *Acer tricuspdatum*, *Myricaceae* и вечнозелеными, такими как *Symplocos*, *Quercus*, *Lithocarpus* и *Castanopsis*, различные *Lauraceae* (*Cinnamomum*, *Nectandra*, *Litsea*, *Neolitsea* и др.), *Myrthaceae* spp. (*Rhodomyrthophyllum rossicum*), *Ericaceae*, *?Matudaea*, *Alangium tiliaefolium* (рис. 5, 6–20).

Благодарности

Автор выражает благодарность Fulbright Organization за возможность проведения исследований в США в 2006–2007 гг., в частности, сбора материала в природном местонахождении секвойи Muir woods.

Список литературы

- Викулин С. В. О раннеолигоценовой флоре Пасеково (юг Средне-Русской возвышенности) // Ботан. журн. 1987a. Т. 72, № 2. С. 146–154.
- Викулин С. В. Новый вид дуба из секции *Erythrobalanus* (*Fagaceae*) в раннеолигоценовой флоре села Пасеково (юг Среднерусской возвышенности) // Ботан. журн. 1987b. Т. 72, № 4. С. 518–522.
- Викулин С. В. Палеогеновые флоры Тима и Пасекова (юг Среднерусской возвышенности) // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1987в. 18 с.
- Викулин С. В. О западных и восточных связях позднеоценовой флоры Тима (юг Среднерусской возвышенности) // Ботан. журн. 1990. Т. 75, № 7. С. 920–928.
- Викулин С. В. Первая находка рода *Rhodomyrthophyllum* (*Myrtaceae*) в палеогене Восточной Европы // Ботан. журн. 2002. Т. 87, № 9. С. 27–37.
- Викулин С. В. Плоды вересковых (*Ericales: Epacridaeae, Ericaceae*) в олигоценовых флорах Калининградской и

- Воронежской областей // Ботан. журн. 2010. Т. 95, № 1. С. 59–69.
- Викулин С. В. Смена доминантных групп палеогеновых хвойных как биостратиграфический маркер перехода от эоцена к олигоцену на Русской равнине // Темпы эволюции органического мира и биостратиграфия: Материалы LVII сессии Палеонтол. о-ва при РАН (5–8 апреля 2011 г., Санкт-Петербург). СПб., 2011. С. 35–36.
- Викулин С. В., Анчарч Г. Р., Ленаж Б. А. Род *Glyptostrobus* (*Cupressaceae*) в раннем кайнозое Канадской Арктики // Ботан. журн. 2011. Т. 96, № 2. С. 170–182.
- Викулин С. В., Анчарч Г. Р., Ленаж Б. А., Каратыгин И. В. Новые находки арктических хвойных из раннего кайнозоя Северной Америки // Ботан. журн. 2010. Т. 95, № 7. С. 897–910.
- Викулин С. В., Ленаж Б. А., Шалиско В. Ю. *Taxodium balticum* Sveshni. et Budants. (*Taxodiaceae*) в палеогеновой флоре Пасекова, Воронежская обл. // Ботан. журн. 2005. Т. 90, № 4. С. 509–526.
- Викулин С. В., Пнева Г. П. *Nyssa zhilinii* — новый третичный вид из флоры Пасекова и Ашутаса // Ботан. журн. 1986. Т. 71, № 9. С. 1266–1270.
- Геологические и биотические события позднего эоцена — раннего олигоцена на территории бывшего СССР. Ч. 1: Региональная геология верхнего эоцена и нижнего олигоцена / Под ред. В. А. Крашенинникова и М. А. Ахметьева. М., 1996. 314 с. (Тр. ГИН. Вып. 489).
- Проскурин К. П., Викулин С. В. Новый вид *Epracridicarpum rossicum* (*Epracridaceae*) из раннеолигоценовой флоры села Пасекова Воронежской области // Ботан. журн. 1990. Т. 75, № 2. С. 215–220.
- Семенов В. П. Палеоген Воронежской антеклизы. Воронеж, 1965. 278 с.
- Шпиль В. Г. Новые данные по флоростратиграфии эоцен-олигоцена юго-восточного склона Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. 2005. № 1. С. 55–69.
- Ahuja M. R., Neale D. B. Origins of polyploidy in coast redwood (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.) and relationship of coast redwood to other genera of *Taxodiaceae* // *Silvae Genet.* 2002. Vol. 51. P. 2–3.
- Brongniart A. Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles // *Dict. Sci. Nat.* 1828a. T. 57. P. 16–212.
- Brongniart A. Notice sur les plantes d'Armissan près Narbonne // *Ann. Sci. Nat.* 1828b. Ser. 1. T. 15. P. 43–51.
- Cuvier G. Recherches sur les ossements fossils. T. 2. Paris; Amsterdam, 1822. 648 p.
- Farjon A. A monograph of *Cupressaceae* and *Sciadopitys*. Kew, 2005. 643 p.
- Grimson F., Denk T., Simonarson L. A. Middle Miocene floras of Iceland — the early colonization of an island? // *Rev. Paleobot. Palynol.* 2007. Vol. 144. P. 181–219.
- Knobloch E. Haben *Cinnamotum scheuchzeri* Heer und *Cinnamotum polymorphum* (Al. Braun) Heer nomenklatorisch richtige Namen? // *Neues Jahrb. Geol. Paläontol., Monatsh.* 1964. Bd 10. S. 597–603.
- Knobloch E. Bemerkungen zur Nomenklatur tertiärer Pflanzenreste // *Acta Mus. Nat. Prag.* 1968. Bd 24, H. B(3). S. 121–152.
- Ma Q.-W., Li Cheng-Sen. Epidermal structures of *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. (*Taxodiaceae*) // *Taiwania.* 2002. Vol. 47. P. 194–202.
- Ma Q.-W., Li Cheng-Sen, Li Feng-Lan, Vickulin S. V. Epidermal structures and stomatal parameters of Chinese endemic *Glyptostrobus pensilis* (*Taxodiaceae*) // *Bot. J. Linn. Soc. London.* 2004. Vol. 146. P. 153–162.
- Ma Q.-W., Li Feng-Lan, Li Cheng-Sen. Leaf epidermal structure and stomatal parameters of the genus *Taxodium* (*Taxodiaceae*) // *Acta Phytotax. Sin.* 2005a. Vol. 43. P. 517–525.
- Ma Q.-W., Li Feng-Lan, Li Cheng-Sen. The coast redwoods (*Sequoia*, *Taxodiaceae*) from the Eocene of Heilongjiang and the Miocene of Yunnan, China // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2005b. Vol. 135. P. 117–129.
- Ma Q.-W., Vickulin S. V., Li Cheng-Sen, Wang Yu-Fei. Details of compressions of *Glyptostrobus* (*Cupressaceae* s. l.) from the Eocene of Fushun, NE China // *J. Syst. Evol.* 2013. Vol. 51, № 5. P. 601–608.
- Masterson J. Stomatal size in fossil plants: Evidence for polyploidy in majority of Angiosperms // *Science.* 1994. Vol. 264. P. 421–424.
- Miki S., Hikita S. Probable chromosome number of fossil *Sequoia* and *Metasequoia* found in Japan // *Science.* 1951. Vol. 113. P. 3–4.
- Vickulin S. V. Palaeogene leaf compressions of myrtaceous affinity from Pasekovo, Middle Russian Upland, southern European Russia // *Bot. J. Linn. Soc. London.* 1999a. Vol. 131, № 1. P. 65–98.
- Vickulin S. V. The Eocene and Early Oligocene floras of Russian Plain and their relation to palaeofloras of Central Europe // *Proc. 5 Europ. Palaeobot. Palynol. Conf., June 26–30 1998, Krakow, Poland.* 1999b. P. 429–445. (*Acta Palaeobot. Suppl.* 2).
- Vickulin S. V., Burova Zh. V., Panova L. A., LePage B. A., Shalisko V. Y. Early Tertiary *Taxodium balticum* from European Russia: evidence of leaf macro-micromorphology, cone scales, seeds, and pollen // Тез. V чтений памяти А. Н. Криштофовича: (С. Петербург, 25–26 октября 2004 г.) СПб., 2004. С. 95.
- Vickulin S. V., LePage B. A., Shalisko V. Y. Palaeogene leaf compressions of *Taxodium mucronatum* Ten. affinity from Pasekovo, Middle Russian upland, Southern European Russia // *Scientia-CUCBA. Rev. Ci. Difusion.* 2003a. Vol. 5, № 1–2. P. 63–87.
- Vickulin S. V., Ma Qing-Wen W., Zhilin S. G., Li Cheng-Sen. On cuticular compressions of *Glyptostrobus europaeus* (*Taxodiaceae*) from Kaydagul Formation (Lower Miocene) of the Central Kazakhstan // *Acta Bot. Sin.* 2003b. Vol. 45, № 6. P. 673–680. Also available at <http://www.chineseplant-science.com>
- Wolfe J. A. Stratigraphic and geographic distribution of coast redwood // *Proc. Conf. Coast Redwood Forest Ecol. Manag.* / Ed. by J. LeBlanc. Arcata (CA), 1996. P. 8.