

УДК 581.844+561.47:551.782(571.61)

ИСКОПАЕМАЯ ДРЕВЕСИНА *BETULA ERKOVETSKIENSIS* SP. NOV. (*BETULACEAE*) ИЗ МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕРКОВЕЦКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИАМУРЬЕ)

© 2017 г. Н. И. Блохина*, О. В. Бондаренко

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

*e-mail: blokhina@biosoil.ru

Поступила в редакцию 15.07.2016 г.

Принята к печати 05.10.2016 г.

Описан новый вид *Betula erkovetskiensis* Blokhina et O.V. Bondarenko (*Betulaceae*), установленный по анатомическим признакам ископаемой древесины из отложений сазанковской свиты (верхи среднего — верхний миоцен) Ерковецкого бурогоугольного месторождения (Амурская обл.). Новый вид характеризуется рядом признаков строения древесины современных видов березы подрода *Betula* — *B. davurica*, *B. nigra* (секция *Dahuricae*) и *B. papyrifera* (секция *Betula*). Ископаемая древесина березы обнаружена в Приамурье впервые.

DOI: 10.7868/S0031031X17040043

ВВЕДЕНИЕ

Ископаемая древесина представителей рода *Betula* L. — *Betula* sp. (*Betula* секция *Albae*) впервые в России была описана В.Д. Нащокиным (1968) из четвертичных отложений вблизи с. Рождественское Казачинского р-на Красноярского края. Ныне березы секции *Albae* относятся к секции *Betula* подрода *Betula* (Скворцов, 2002).

В то же время, ископаемая древесина *Betulinitum rossicum* Merckl., описанная К.Е. Мерклиным (Mercklin, 1855) из предположительно верхнемеловых отложений бывшей Курской губернии, не может быть сопоставлена с древесиной *Betula* из-за наличия не только лестничных, но и простых перфорационных пластинок, а также тилл и очень широких (до 10 рядов клеток) лучей. В. Мюллер-Штоль и Э. Мэдель (Müller-Stoll, Mädel, 1959) отнесли этот ископаемый вид в разряд видов, принадлежность которых даже к семейству *Betulaceae* Грау весьма сомнительна. И.А. Шилкина (1982), пересмотрев оригиналы Мерклина, хранящиеся в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН (С.-Петербург), также пришла к выводу, что этот ископаемый вид по анатомическому строению древесины не имеет ничего общего не только с представителями рода *Betula*, но и семейства березовых в целом.

На Российском Дальнем Востоке (РДВ) ископаемая древесина представителей семейства *Betulaceae* до настоящего времени была описана только из нижнепалеогеновых отложений мыса Чемрыл (бухта Чемурнаут, восточное побережье

Пенжинской губы, п-ов Камчатка) — это древесина одного из ископаемых представителей рода *Alnus* Mill. — *A. tshemrylica* Blokh. et Snezhk. (Блохина, Снежкова, 1999). Ископаемая древесина непосредственно березы (*Betula* aff. *davurica* Pall.) обнаружена О.В. Бондаренко (2006) в отложениях суйфунской свиты Павловского бурогоугольного месторождения (Приморский край). Эти отложения традиционно рассматривались как плиоценовые (Решения..., 1994; Угольная база..., 1997), но с понижением уровня границы неогеновой и четвертичной систем до 2.6 (2.588) млн л. стали датироваться ранним плейстоценом.

В Приамурье ископаемые древесные остатки с анатомическими признаками березы найдены впервые и происходят из отложений сазанковской свиты (верхи среднего—верхний миоцен) Ерковецкого бурогоугольного месторождения (Амурская обл.). По анатомическим признакам древесины установлен новый ископаемый вид, характеризующийся рядом признаков строения древесины современных видов березы подрода *Betula* (*Betulaceae*) — *B. davurica* Pall., *B. nigra* L. (секция *Dahuricae*) и *B. papyrifera* Marshall (секция *Betula*).

В тихоокеанском регионе ископаемые древесные остатки *Betula* описаны из третичных отложений острова Банкс, Канадский арктический архипелаг — *B. macclintockii* Cramer (Cramer, 1868); нижнемиоценовых отложений юго-западной части о-ва Хонсю, префектура Симанэ, Япония — *B. hanenisiensis* (Watari) Watari (Watari, 1948, 1952); эоценовых отложений штата Орегон

(США) — *B. clarnoensis* Scott et Wheeler (Scott, Wheeler, 1982; Wheeler, Manchester, 2002); миоценовых отложений штата Вашингтон (США) — *B. scammonii* (Prakash) Wheeler et Dillhoff (Prakash, 1968; Wheeler, Dillhoff, 2009) и нижнемиоценовых отложений юго-восточной части Корейского полуострова, провинция Кёнсан-Пукто, Корея — *B. janggiensis* Jeong et Kim (Jeong et al., 2009).

В то же время, ископаемая древесина из предположительно третичных отложений восточного побережья о-ва Хоккайдо, Япония, определенная как *B. macclintockii*, в действительности относится к древесине представителей рода *Nyssa* Gronovius ex L. (Müller-Stoll, Mädel, 1959) и была описана как *Nyssoxylon japonicum* Mädel (Mädel, 1959).

Ископаемая *Betula hanenisiensis*, согласно С. Ватари (Watari, 1948), имеет наибольшее сходство в анатомическом строении древесины с современной *B. schmidtii* Regel из подсекции *Costatae* секции *Eubetula*. Сходство этой ископаемой березы с современными представителями подсекции *Costatae* отмечают Мюллер-Штоль и Мэдель (Müller-Stoll, Mädel, 1959). У *Betula clarnoensis* также отмечено значительное сходство с современными видами подсекции *Costatae* (Scott, Wheeler, 1982), а у *Betula scammonii* — с современным видом *B. lenta* L. из этой подсекции (Prakash, 1968). Таким образом, согласно вышеуказанным авторам, обнаруженные в тихоокеанском регионе ископаемые древесные остатки *Betula* характеризуются анатомическими признаками берез подсекции *Costatae* секции *Eubetula*. Однако, согласно системе рода *Betula* по А.К. Скворцову (2002), которая используется в настоящей работе, *B. schmidtii* относится к секции *Asperae*, а *Betula lenta* — к секции *Lentae* (подрод *Asperae*).

В пределах Ерковецкого бурогоугольного месторождения остатки березы в отложениях сазанковской свиты (верхи среднего—верхний миоцен) представлены исключительно пылью и древесиной, хотя отпечатки листьев *Betula* довольно многочисленны в палеогеновых и неогеновых отложениях РДВ.

В настоящее время на территории РДВ произрастают *B. alba* L., *B. costata* Trautvetter, *B. davurica*, *B. exilis* Sukacz., *B. ermanii* Chamisso, *B. fruticosa* Pall., *B. lanata* (Regel) V. Vassil., *B. maximowicziana* Regel, *B. middendorffii* Trautvetter et Mey, *B. ovalifolia* Ruprecht, *B. platyphylla* Sukacz. и *B. schmidtii* (Недолужко, Скворцов, 1996). В том числе в Амурской области — *B. davurica*, *B. fruticosa*, *B. lanata*, *B. maximowicziana*, *B. middendorffii*, *B. ovalifolia* и *B. platyphylla* (Недолужко, Скворцов, 1996). По Скворцову (2002), *B. lanata* — разновидность *B. ermanii* Chamisso s.l., *B. exilis* — подвид *B. nana* L. s.l., *B. platyphylla* — синоним *B. pendula* Roth.

Согласно системе Скворцова (2002), *B. schmidtii* относится к секции *Asperae* подрода *Asperae*; остальные произрастающие на РДВ березы относятся к подроду *Betula* — это: *B. maximowicziana* (секция *Acuminatae* = *Betulaster*), *B. davurica* (секция *Dahuricae*), *B. costata*, *B. ermanii* s.l. (секция *Costatae*), *B. fruticosa*, *B. middendorffii*, *B. nana*, *B. ovalifolia* (секция *Apterocaryon* = *Humilis*), *B. alba* и *B. pendula* (секция *Betula* = *Pterocaryon*).

Авторы благодарны Т.В. Кезиной (Амурский гос. ун-т, г. Благовещенск) за помощь в проведении полевых исследований. Работа поддержана грантом (№ 16-04-01241) Российского фонда фундаментальных исследований.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Описанная древесина нового ископаемого вида *Betula* собрана авторами во время полевых работ в 2012 г. на третьем участке угольного разреза “Южный” Ерковецкого бурогоугольного месторождения (Амурская обл.), расположенного в 75 км восточнее г. Благовещенск в северо-западной части Зейско-Буреинского осадочного бассейна. Древесина происходит из светло-серых или беловатых песков верхней части сазанковской свиты, возраст которой датируется концом среднего — поздним миоценом (Решения..., 1994).

Отложения сазанковской свиты широко распространены на площади Ерковецкого месторождения, однако не содержат прослоев глин и бурых углей, поэтому, как правило, малопродуктивны для проведения спорово-пыльцевого анализа (Кезина, 2012). Т.В. Кезиной и Н.Д. Литвиненко (2007) установлены бедные спорово-пыльцевые спектры, в которых пыльца березовых преобладает, наряду с пылью сосновых и травянистых растений. Остатки растений на площади месторождения встречаются крайне редко и представлены неопределимым растительным детритом. Таким образом, ископаемые древесины являются единственными из определяемых макроостатков растений, обнаруженных в отложениях сазанковской свиты на Ерковецком месторождении.

Богатые сборы растительных остатков из сазанковской свиты были сделаны А.М. Камаевой в долинах рек Зeya и Амур (Варнавский и др., 1988). Среди характерных представителей сазанковской флоры указывается и *Betula protoermanii* Endo (Варнавский и др., 1988). В палинокомплексе преобладают покрытосеменные, среди них и представители семейства *Betulaceae* (*Betula*, *Alnus* Mill., *Corylus* L., *Carpinus* Decne.) (Мамонтова, 1977; Кезина, 2001).

Изученная ископаемая древесина (обр. № ER 22/3-182) темно-коричневого цвета, слабо лигнитизированная, 3.5–4.5 см в диаметре и 12.0 см длиной, с хорошо различимыми невооруженным

глазом годичными кольцами 0.26–0.59 мм шириной. Колл. № 22 хранится в Биолого-почвенном ин-те ДВО РАН (БПИ).

Предварительная обработка ископаемой древесины (размягчение и уплотнение) с последующим изготовлением из нее препаратов (прозрачных срезов в трех взаимно перпендикулярных направлениях: поперечном, радиальном и тангентальном) выполнены по методике, детально описанной ранее (Блохина, Бондаренко, 2016а, б). Срезы были изготовлены при помощи санного микротомы Leica SM2010R; всего было изготовлено и микроскопически исследовано 45 срезов. Микроскопическое изучение и микрофотографирование анатомических структур проводились с помощью световых биологических микроскопов серий МИКМЕД (ЛОМО, Россия) и Axioskop 40 (Carl Zeiss, Германия). При описании анатомического строения древесины использовалась терминология, изложенная в работе А.А. Яценко-Хмелевского (1954) и адаптированная к руководству “IAWA List ...” (1989).

ОПИСАНИЕ НОВОГО ВИДА

СЕМЕЙСТВО BETULACEAE GRAY, 1821

Род *Betula* Linnaeus, 1753

Betula erkovetskiensis Blokhina et O.V. Bondarenko, sp. nov.

Табл. XII, фиг. 1–11 (см. вклейку)

Название вида — от Ерковецкого месторождения.

Голотип — БПИ, колл. 22, обр. № ER 22/3-182, ископаемая древесина; Амурская обл., Ерковецкое бурогольное месторождение, угольный разрез “Южный”, третий участок; сазанковская свита, верхи среднего–верхний миоцен; обозначен здесь (табл. XII, фиг. 1–11).

Diagnosis. Wood diffuse-porous. Growth rings distinct. Vessels numerous, solitary and paired, in radial multiples and in clusters of 3–5 vessels. Vessels small, 28–60 × 52–92 µm in diameter. Perforation plates scalariform, with 10–18(23) bars. Intervascular pitting alternate, with up to 20 bordered pits per wide of vessel; pits about 2–3 µm in diameter. Fibers thin-walled, with minutely bordered pits. Axial parenchyma diffuse, diffuse-in-aggregates and terminal, up to 2–6 cells in parenchyma strands. Rays numerous, uniseriate – triseriate, 1–27(32) cells high. Biseriate and triseriate rays with uniseriate ends of 1–4 cells. Rays homocellular or tending to slightly heterocellular state. Vessel-ray pits similar to intervacular pits, about 2–3 µm in diameter. Aggregate rays absent.

Описание. Древесина рассеяннососудистая, состоит из члеников сосудов, волокон либриформа, клеток осевой (тяжевой) и лучевой паренхимы. Годичные кольца узкие, 0.26–0.59 мм шириной; граница годичного кольца выражена отчетливо, пограничная полоска состоит из

двух–трех слоев сплюснутых радиально волокон и древесинной паренхимы. Переход от ранней древесины к поздней незаметный, число и диаметр сосудов уменьшаются незначительно (табл. XII, фиг. 1).

Сосуды на поперечном сечении не образуют рисунка; сосуды в основном одиночные и парные, реже в радиальных цепочках и группах по три–пять сосудов (табл. XII, фиг. 1). Очертания сосудов преимущественно овальные, радиально вытянутые, реже угловатые (табл. XII, фиг. 1, 4); диаметр сосудов 28–60 × 52–92 мкм. Членики сосудов 511–823 мкм длиной, с короткими клювиками или без них.

Перфорационные пластинки сосудов лестничные, располагаются на боковых стенках; в перфорационной пластинке 10–18(23) перекладин, имеются бифуркации (табл. XII, фиг. 7). Межсосудистая поровость очередная; поры мелкие, 2–3 мкм в диаметре, овальные и многоугольные, с включенным щелевидным отверстием, располагаются сближено и сомкнуто, по ширине стенки сосуда до 20 пор (табл. XII, фиг. 2). В незначительном числе встречаются сосудистые трахеиды, которые напоминают узкие сосуды и отличаются от них отсутствием перфорационных пластинок. Однако наличие сосудистых трахеид достоверно может быть установлено только при материальном, выполнение которой на ископаемом материале невозможно.

На стенках волокон мелкие, довольно обильные слабо окаймленные поры, располагающиеся в одном вертикальном ряду; стенки волокон тонкие (табл. XII, фиг. 8). Осевая (тяжевая) паренхима апотрахеальная — диффузная, метатрахеальная (диффузно-агрегатная) и терминальная; в тяже паренхимы по две–шесть клеток (табл. XII, фиг. 9).

Лучи многочисленные, однорядные–трехрядные, линейные и веретеновидные, последние иногда с однорядными окончаниями из одной–четырех клеток (табл. XII, фиг. 10, 11). Высота лучей 1–27(32) клеток. На поперечном срезе лучи уже диаметра широких просветов сосудов и при встрече с сосудами изгибаются (табл. XII, фиг. 1). Лучи гомогенные с тенденцией к гетерогенности. На радиальном срезе длина лежащих клеток превышает высоту в два–четыре раза; квадратные клетки разбросаны среди лежащих и/или составляют один ряд по одному или обоим краям луча (табл. XII, фиг. 3). Сосудисто-лучевая поровость обильная, очередная, аналогична межсосудистой поровости; поры мелкие, 2–3 мкм в диаметре, овальные и многоугольные, с включенным щелевидным отверстием, сомкнутые (табл. XII, фиг. 3, 5, 6). Агрегатные лучи отсутствуют.

Сравнение. От всех описанных к настоящему времени из тихоокеанского региона иско-

паемых древесных остатков с анатомическими признаками древесины современного рода *Betula* изученная древесина отличается значительно меньшим диаметром сосудов и более мелкими порами на их стенках (табл. 1).

Кроме того, от древесины *B. hanenisiensis* изученная древесина отличается более короткими членниками сосудов, наличием многоугольных пор на стенках сосудов, слабо гетерогенных лучей, а также отсутствием округлых пор, четырехрядных и пятирядных лучей (табл. 1). От древесины *B. macclintockii* отличается несколько меньшей высотой лучей, наличием слабо гетерогенных лучей, а также трехрядных лучей; кроме того, в описании *B. macclintockii* не указаны очертания пор на стенках сосудов (табл. 1). От древесины *B. scamptoni* отличается более короткими членниками сосудов, но более высокими лучами, наличием многоугольных пор на стенках сосудов, слабо гетерогенных лучей и отсутствием округлых пор, паратрахеальной паренхимы, а также четырехрядных и пятирядных лучей (табл. 1). От древесины *B. clarnoensis* отличается меньшим числом сосудов, собранных в радиальные цепочки, и более короткими членниками сосудов; кроме того, в описании *B. clarnoensis* не указаны очертания пор на стенках сосудов (табл. 1). В отличие от древесины *B. janggiensis* у изученной ископаемой древесины сосуды собраны не только в радиальные цепочки, но и в группы, значительно большее число переключин в лестничных перфорационных пластинках, имеются овальные поры на стенках сосудов, слабо гетерогенные лучи и отсутствуют округлые поры, паратрахеальная паренхима, а также четырехрядные и пятирядные лучи; кроме того, в описании *B. janggiensis* не указана высота лучей (табл. 1).

При сравнении с современными видами рода *Betula* можно отметить наибольшее сходство исследованной ископаемой древесины с древесиной *B. davurica*, *B. nigra* и *B. papyrifera*. Однако изученная древесина отличается от древесины этих видов отсутствием четырехрядных лучей, а также более мелкими порами на стенках сосудов (табл. 2). Кроме того, от древесины *B. davurica* исследованная древесина отличается более мелкими сосудами, меньшим числом переключин в лестничной перфорационной пластинке и клеток в тяже паренхимы (табл. 2), а от древесины *B. papyrifera* — более короткими членниками сосудов и меньшим числом переключин в лестничной перфорационной пластинке (табл. 2). Кроме того, в литературе не приведены данные о высоте лучей у *B. papyrifera* и у *B. nigra* (табл. 2). Наличие сосудистых трахеид отмечено в литературе у *B. davurica* (InsideWood 2004), *B. nigra* (Yaghmaie, Catling, 1984) и *B. papyrifera* (Yaghmaie, Catling, 1984; InsideWood 2004) не может быть достоверно установлено в ископаемой древесине.

М а т е р и а л. Колл. 22, обр. ER 22/3-182 (голотип); всего 1 образец.

ОБСУЖДЕНИЕ

Рассеяннососудистый тип древесины, выраженные годичные кольца, небольшой диаметр полостей сосудов, склонность сосудов к расположению в виде более или менее длинных радиальных цепочек, лестничные перфорационные пластинки, очередная межсосудистая поровость, узкие лучи и апотрахеальная (диффузная, терминальная и метатрахеальная = диффузно-агрегатная) осевая паренхима характерны для представителей семейства *Betulaceae*.

Семейство включает шесть родов: *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus*, *Ostrya* Scop. и *Ostryopsis* Decne.; род *Duschekia* Opitz рассматривается в составе рода *Alnus* (Furlow, 1990; Chen et al., 1999; Li, Skvortsov, 1999). Данные по анатомии древесины современных родов *Betulaceae* взяты из работ К. Хоара (Hoar, 1916), А.Ф. Гаммерман и др. (1946), Дж. Холла (Hall, 1952), В.С. Вихрова (1959), П. Грегуса (Greguss, 1959), В. Шоха с соавт. (Schoch et al., 2004) и базы данных InsideWood 2004 — для *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus* и *Ostrya*; М. Сузуки с соавт. (Suzuki et al., 1991) — для *Alnus*, *Betula*, *Corylus* и *Carpinus*; Г.И. Ворошиловой и С.А. Снежковой (1984), "Атласа древесины ..." (1992) и базы данных FFPRI Wood Database 2004 — для *Alnus*, *Betula* и *Carpinus*; С. Ю (Yu, 1953), Г. Миллера (Miller, 1975), К. Бхата и М. Каркаинена (Bhat, Kärkkäinen 1980, 1981; Bhat, 1983), Р. Миллера и Э. Кахой (Miller, Cahow, 1989), Е.С. Чавчавадзе и О.Ю. Сизоненко (2002), Э. Хелберга и К. Каркаилета (Hellberg, Carcaillet, 2003) — для *Betula*; В.Е. Беньковой и Ф.Х. Швейнгрубера (2004) — для *Alnus* и *Betula*; анатомическое строение древесины *Ostryopsis* взято из работы Холла (Hall, 1952) и базы данных InsideWood 2004.

Анализ литературных данных показал, что современные роды березовых различаются по ряду признаков анатомического строения древесины, которые можно использовать при диагностике ископаемых древесных остатков (табл. 3).

В частности, у *Alnus*, *Betula*, *Corylus* и *Ostryopsis* в сосудах только лестничные перфорационные пластинки. Для *Ostrya* характерны простые перфорационные пластинки, но часто с рудиментами лестничной перфорации, однако в узких сосудах изредка могут встречаться лестничные перфорационные пластинки. У *Carpinus* преобладают простые перфорационные пластинки, однако у некоторых видов встречаются оба типа, при этом простые пластинки иногда с рудиментами лестничной перфорации (табл. 3). У *Alnus* и *Betula* наибольшее среди березовых число переключин в лестничных перфорационных пластинках, у *Carpinus* — наименьшее (табл. 3).

Таблица 1. Сравнительно-анатомическая характеристика ископаемой древесины *Betula erkovetskiensis* sp. nov. и древесины известных ископаемых представителей рода *Betula*

Анатомические признаки	<i>Betula erkovetskiensis</i> sp. nov.	<i>Betula hanenisiensis</i> (Watari) Watari (Watari, 1948, 1952)	<i>Betula macclintockii</i> Cramer (Cramer, 1868)	<i>Betula scammonii</i> (Prakash) Wheeler et Dillhoff (Prakash, 1968; Wheeler, Dillhoff, 2009)	<i>Betula clarnoensis</i> Scott et Wheeler (Scott, Wheeler, 1982; Wheeler, Manchester, 2002)	<i>Betula janggiensis</i> E.K. Jeong et K. Kim (Jeong et al., 2009)
1	2	3	4	5	6	7
Расположение сосудов:						
одиночные	+	+	+	+	+	+ –
в группах	+	+ –	?	+	+ –	–
в цепочке (число сосудов)	2–5	2–3(4)	2–4	2–4	2–8	2–4
Диаметр сосудов, мкм	28–60 × 52–92	50–60 × 60–250	21–160	60–180	40–93 × 95–120	32–40 × 174–229
Длина члеников сосудов, мкм	511–823	400–1200	444–756	600–1300	667–1012	260–948
Число перекладин в лестничной перфорационной пластинке	10–18 (23)	3–25	1–20	8–25	10–25	4–10
Межсосудистая поровость:						
диаметр пор, мкм	2–3	4	2.7–4.5	4	2–4	5
очертания пор –						
округлые	–	+	?	+	?	+
овальные	+	+	?	+	?	–
многоугольные	+	–	?	–	?	+
Осевая паренхима:						
апотрахеальная	+	+	+	+	+	+
паратрахеальная	–	–	–	+ –	–	+ –
Лучи:						
гомогенные	+	+	?	+	+	+
слабогетерогенные	+	–	?	–	+ –	–
число рядов краевых клеток стоячих и/или квадратных	1	–	?	–	1–2	–
Рядность лучей:						
однорядные	+	+	+	+ –	+	+
двурядные	+	+	+	+ –	+	+
трехрядные	+	+	–	+	+	+
четырёхрядные	–	+	–	+	–	+
пятирядные	–	+ –	–	+ –	–	+
Высота лучей (в клетках)	1–27(32)	1–10(28)	8–44	2–18	1–13	?

Примечание: (+) – признак присутствует, (–) – отсутствует, (+ –) – встречается редко, (?) – нет данных.

Таблица 2. Сравнительно-анатомическая характеристика ископаемой древесины *Betula erkovetskiensis* sp. nov. и древесины близких современных представителей рода *Betula*

Анатомические признаки	<i>Betula erkovetskiensis</i> sp. nov.	<i>B. davurica</i> Pall. (Ворошилова, Снежкова, 1984; Hall, 1952; Yu, 1953; FFPRI Wood Database, 2004; InsideWood 2004)	<i>Betula nigra</i> L. (Атлас древесины ..., 1992; Hall, 1952; Yaghmaie, Catling, 1984; Miller, Cahow, 1989; InsideWood 2004)	<i>B. papyrifera</i> March. (Miller, Cahow, 1989; Атлас древесины ..., 1992; InsideWood 2004)
1	2	3	4	5
Расположение сосудов:				
одиночные	+	+	+	+
число сосудов в цепочке	2–5	3–4 и более	2–3	2–3
число сосудов в группе	2–5	3–5	?	?
Диаметр сосудов, мкм	28–60 × 52–92	50–120 (150)	62–89	54–101
Длина члеников сосудов, мкм	511–823	600–720(800)	503–877	750–1040
Межсосудистая поровость:				
супротивная	+	–	–	–
очередная	–	+	+	+
диаметр пор, мкм	2–3	2.4–3.3	3–4(5)	3–4(5)
Число перекладин в лестничной перфорационной пластинке	10–18(23)	(8)10–20(32)	(6)10–18(22)	15–25(38)
Осевая паренхима:				
диффузная	+	+	+	+
метатрахеальная	+	+	+	+
терминальная	+	+	+	+
число клеток в тяже	2–6	2–8(16)	3–5(8)	3–5(8)
Лучи:				
гомогенные	+	+	+	+
слабогетерогенные	+	+	+	+
Рядность лучей				
однорядные	+	+	+	+
двурядные	+	+	+	+
трехрядные	+	+	+	+
четырёхрядные	–	+ – –	+	+ – –
пятирядные	–	–	+ – –	–
Высота лучей (в клетках)	1–27(32)	1–15(30)	?	?
Агрегатные лучи	–	–	–	–

Примечание: (+) – признак присутствует, (–) – отсутствует, (+ – –) – встречается крайне редко, (?) – нет данных.

Для *Corylus* и *Ostryopsis* характерно расположение сосудов на поперечном срезе в виде дендритов, изредка такое расположение сосудов встречается у *Ostrya*. У *Alnus* и *Betula* сосуды одиночные и собраны в радиальные цепочки, реже – в группы (табл. 3).

Betula и *Ostryopsis* отличаются наличием только очередной межсосудистой поровости; у *Alnus* и значительно реже у *Corylus*, *Carpinus* и *Ostrya* на-

ряду с очередной встречается супротивная поровость (табл. 3). Один из диагностических признаков *Betula* – очень мелкие поры на стенках сосудов; кроме того, у *Betula*, в отличие от других представителей березовых, по ширине стенки сосуда располагается наибольшее число пор (табл. 3).

Alnus и *Betula* отличаются отсутствием спиральных утолщений на стенках сосудов, наличие которых характерно для *Corylus*, *Carpinus*, *Ostrya*

Таблица 3. Сравнительно-анатомическая характеристика ископаемой древесины *Betula erkovetskiensis* sp. nov. и древесины современных родов семейства *Betulaceae*

Анатомические признаки	<i>Betula erkovetskiensis</i> sp. nov.	<i>Alnus</i> Mill.	<i>Betula</i> L.	<i>Corylus</i> L.	<i>Carpinus</i> Decne.	<i>Ostrya</i> Scop.	<i>Ostryopsis</i> Decne.
1	2	3	4	5	6	7	8
Расположение сосудов:							
одиночные	+	+	+	+	+	+	+
в радиальных цепочках	+	+	+	+	+	+	+
в группах	+	+ –	+ –	+	+	–	+
в виде дендритов	–	–	–	+	–	+ – –	+
Диаметр сосудов, мкм:							
≤50	–	+	+ – –	++	+	+	+
50–100	+	++	++	+ –	+	+	+
100–200	–	–	+ –	–	–	–	–
≥200	–	–	–	–	–	–	–
Длина члеников сосудов, мкм:							
≤350	–	+ –	+ –	+ – –	+ – –	+ –	+
350–800	+	+	++	+	+	+	+
≥800	+ –	+	+	+ – –	+ – –	+ –	–
Межсосудистая поровость:							
супротивная	–	+ –	–	+ – –	+ – –	+ – –	–
очередная	+	+	+	+	+	+	+
Максимальное число пор по ширине стенки сосуда	20	10	20	10(16)	15	10	?
Диаметр пор на стенках сосудов, мкм:							
≤4 (поры очень мелкие)	+	–	+	–	–	–	–
4–7 (поры мелкие)	–	+	+	–	–	–	+
7–10 (поры средние)	–	+	–	+	+	–	+
≥10 (поры крупные)	–	–	–	–	–	+	–
Перфорационные пластинки:							
лестничные	+	+	+	+	+	+ – –	+
простые	–	–	–	–	+	–	–
Число перекладин в лестничной перфорационной пластинке	10–18(23)	8–25(37)	10–30(40)	3–10(16)	1–4(10)	–	1–10(20)
Спиральные утолщения на стенках сосудов	–	–	–	+	+	+	+
Тиллы	–	–	–	+ – –	+ –	+ – –	–
Стенки волокон:							
очень тонкие	+	+	+	+	+ –	–	+
тонкие до толстых	–	+	+	+	+	+	+
очень толстые	–	+	+	+ –	+	+	–

Таблица 3. Окончание

Анатомические признаки	<i>Betula erkovet-skiensis</i> sp. nov.	<i>Alnus</i> Mill.	<i>Betula</i> L.	<i>Corylus</i> L.	<i>Carpinus</i> Decne.	<i>Ostrya</i> Scop.	<i>Ostryopsis</i> Decne.
1	2	3	4	5	6	7	8
Осевая паренхима:							
диффузная	+	+	+	+	+	+	+
метатрахеальная	+	+	+	+	+	+	+
терминальная	+	+	+	+	+	+	+
Рядность лучей							
однорядные	+	++	+	+	+	+	+
двурядные	+	+	+	+	+	+	+
трехрядные	+	+	+	+	+	+	+
четырёхрядные	—	—	+	+	+	+	—
пятирядные	—	—	+	—	+	+	—
Агрегатные лучи	—	+	+	+	+	—	+
Высота лучей (в клетках):							
однорядных	1–22	1–25(67)	1–10(25)	1–20(42)	1–20(50)	1–25(38)	1–10(15)
многорядных	16–27(32)	?	4–20(67)	6–32	4–40(77)	6–86	?
Лучевые клетки:							
— все лежащие	+	+	+	+	+	+	—
— все стоячие и/или квадратные	—	—	—	+	—	—	—
— лежащие с одним рядом краевых стоячих и/или квадратных	+	+	+	+	+	+	+
— лежащие с 2–4 рядами краевых стоячих и/или квадратных	—	—	+	+	+	—	+
— лежащие с >4 рядами краевых стоячих и/или квадратных	—	—	—	—	+	—	—
Сердцевинные повторения	—	+	+	+	+	+	—

Примечание: (+) — признак присутствует, (—) — отсутствует, (++) — преобладает, (+) — встречается редко, (+ —) — встречается крайне редко, (?) — нет данных.

и *Ostryopsis* (табл. 3). У *Alnus*, *Betula* и *Ostryopsis* отсутствуют тиллы, иногда встречающиеся у *Carpinus* и изредка у *Corylus* и *Ostrya* (табл. 3). *Ostryopsis* характеризуется отсутствием сосудистых трахейд, которые изредка встречаются у *Corylus*, *Carpinus* и *Ostrya* и более часто — у *Alnus* и *Betula* (табл. 3).

У *Alnus* и *Ostryopsis* ширина лучей не превышает трех клеток, причем для *Alnus* характерно преобладание однорядных лучей, тогда как у *Corylus* могут встречаться четырехрядные лучи, а у *Carpinus*, *Ostrya* и реже у *Betula* — не только четы-

рехрядные, но и пятирядные (табл. 3). Для *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus* и *Ostryopsis* характерны агрегатные лучи, которые отсутствуют у *Ostrya* и крайне редко встречаются у *Betula* (табл. 3).

У *Carpinus* по краям лучей иногда может располагаться более четырех рядов стоячих и/или квадратных клеток, у *Corylus*, *Ostryopsis*, изредка у *Betula* — от двух до четырех рядов, а у *Alnus* и *Ostrya* — только по одному ряду; у *Corylus*, в отличие от других березовых, лучи иногда могут состоять полностью из стоячих и/или квадратных клеток (табл. 3).

Наличие у описанной ископаемой древесины только лестничных перфорационных пластинок, очередной межсосудистой поровости, одиночных сосудов и сосудов, собранных в радиальные цепочки и реже — в группы, гомогенных лучей с тенденцией к гетерогенности, очень мелких пор на стенках сосудов, а также отсутствие спиральных утолщений, тилл, агрегатных лучей и сосудов, расположенных в виде дендритов, позволяет отнести ее к древесине представителей рода *Betula*.

Современные березы в целом характеризуются чрезвычайно однообразным анатомическим строением древесины, что крайне затрудняет их видовую диагностику по ксилотомическим признакам и определение ископаемой древесины. Ситуация усугубляется отсутствием в литературе ксилотомических описаний некоторых современных видов, а также наличием очень кратких и порой противоречивых описаний. Сложности при определении древесных остатков вызваны и проблемами систематики берез. Прежде всего, это относится к видам с разными ксилотомическими признаками, оказавшимся объединенными в качестве синонимов под одним видовым названием. Осложняет диагностику и применение разных терминов при описании одних и тех же структурных признаков, в частности, неодинаковое понимание и наименование авторами сосудистых трахеид, волокнистых трахеид и волокон либриформа (Baas, 1986). Особенно это относится к работам, вышедшим из печати до опубликования в 1989 году "IAWA List ...". Тем не менее, некоторые анатомические признаки в комплексе, по-видимому, иногда можно использовать для идентификации древесины.

Одним из важных диагностических признаков у *Betula* является рядность лучей. Для некоторых видов характерны узкие, однорядные — трехрядные лучи, четырехрядные лучи у них встречаются редко и в незначительном числе. К таким видам относятся *B. davurica* (Yu, 1953; Ворошилова, Снежкова, 1984; FFPRI Wood Database 2004; InsideWood 2004), *B. corylifolia* Regel et Maximowicz (FFPRI Wood Database 2004), *B. globispica* Shirai (FFPRI Wood Database 2004), *B. occidentalis* Hook. (Miller, Cahow, 1989; InsideWood 2004), *B. papyrifera* (Miller, Cahow, 1989; Атлас древесины..., 1992; InsideWood 2004), *B. schmidtii* (Ворошилова, Снежкова, 1984; FFPRI Wood Database 2004; InsideWood 2004). Однако для большинства берез четырехрядные лучи, наряду с однорядными — трехрядными лучами, являются постоянным признаком, при этом у некоторых видов иногда встречаются и пятирядные лучи. Такие лучи отмечены у *B. alnoides* Buchanan-Hamilton ex D. Don (Suzuki et al., 1991), *B. alleghaniensis* Britton, *B. lenta* (Miller, Cahow, 1989), *B. maximowicziana* (FFPRI Wood Database 2004), *B. nana* (Greguss,

1959; Чавчавадзе, Сизоненко, 2002), *B. nigra* (Miller, Cahow, 1989).

Для *Betula* в целом характерны гомогенные лучи, составленные целиком из лежащих клеток. Однако у некоторых видов наблюдается тенденция к гетерогенности, когда по краям лучей один ряд составлен из стоячих и/или квадратных клеток. К таким видам относятся *B. pubescens* Ehrhard (Вихров, 1959), *B. costata*, *B. davurica* (Ворошилова, Снежкова, 1984), *B. alleghaniensis*, *B. lenta*, *B. nigra*, *B. papyrifera* (Miller, Cahow, 1989), *B. alnoides*, *B. utilis* D. Don (Suzuki et al., 1991). Немногочисленные гетерогенные лучи (не более четырех) отмечены у *B. ovalifolia*, *B. lanata*, *B. schmidtii* (Ворошилова, Снежкова, 1984) и *B. nana* (Miller, 1975). По Скворцову (2002), *B. lanata* является разновидностью *B. ermanii* s.l.

При видовой диагностике *Betula* необходимо учитывать диаметр сосудов. У большинства видов сосуды 50—100 мкм в диаметре. Однако у некоторых видов очень мелкие сосуды (средний диаметр полостей не превышает 50 мкм). Такие сосуды характерны для *Betula michauxii* Spach, *B. pumila* L. (Hall, 1952), *B. nana* (Hall, 1952; Miller, 1975; Чавчавадзе, Сизоненко, 2002), *B. divaricata* Ledeb. (синоним *B. middendorffii*) (Чавчавадзе, Сизоненко, 2002). У *B. pubescens* средний диаметр сосудов 53 мкм (Bhat, Kärkkäinen, 1980). Крупные полости сосудов (100—200 мкм в диаметре) — у *B. cylindrostachys* Lindl. ex Wall. (InsideWood 2004) и *B. davurica* (Гаммерман и др., 1946; Yu, 1953). У *B. alnoides* и *B. utilis* диаметр сосудов в пределах от менее 50 до 200 мкм (Suzuki et al., 1991; InsideWood 2004).

Одним из диагностических признаков может быть наличие сосудистых трахеид. Они имеются у *B. lutea* Michaux, *B. nigra* (Yaghmaie, Catling, 1984), *B. lenta*, *B. papyrifera* (Yaghmaie, Catling, 1984; InsideWood 2004), *B. costata*, *B. davurica*, *B. nana* (InsideWood 2004), *B. alnoides*, *B. utilis* (Suzuki et al., 1991; InsideWood 2004), иногда — у *B. pubescens*, *B. populifolia* Marshall, *B. occidentalis* (InsideWood 2004). По Скворцову (2002), *B. lutea* является синонимом *B. alleghaniensis*.

Определенное значение для диагностики имеет число перекалин в лестничных перфорационных пластинках. Наибольшая вариабельность этого признака (число перекалин в пределах от менее 10 до 20—40) приводится для *B. schmidtii* (5—40), *B. costata* (5—30), *B. lanata* (8—28), *B. davurica* (8—32), *B. ovalifolia* (7—30) (Ворошилова, Снежкова, 1984), *B. torturosa* Ledeb. (7—24) (Bhat, Kärkkäinen, 1981), *B. nigra* (6—22) (Miller, Cahow, 1989), *B. utilis* (4—33) (Suzuki et al., 1991; InsideWood 2004), *B. alnoides* (5—33) (Suzuki et al., 1991; InsideWood 2004), а также для *Betula michauxii*, *B. pumila*, *B. humilis* Schrank и *B. grandulosa* Michaux (InsideWood 2004). Меньшая вариабель-

ность этого признака (число перекладин в пределах от 10–20 до 20–40) отмечена у *B. nana* (10–40) (Miller, 1975), *B. mandshurica* (Regel) Nakai (12–25), *B. tauschii* (Regel) Koidzumi (11–30) (Ворошилова, Снежкова, 1984); *B. pubescens* (16–30) (Вихров, 1959); *B. papyrifera* (15–25) (Miller, Cahow, 1989). В то же время, Stark (1953, цит. по Miller et Cahow, 1989) для *B. papyrifera*, *B. alleghaniensis*, *B. lenta*, *B. occidentalis* Hook. и *B. populifolia* приводит 18–38 перекладин в лестничных перфорационных пластинках. По Скворцову (2002), *B. lanata* является разновидностью *B. ermanii* s.l., *B. humilis* – синонимом *B. fruticosa* Pall., *B. mandshurica* и *B. tauschii* рассматриваются в составе *B. pendula*, *B. tortuosa* является подвидом *B. pubescens*.

Дополнительным признаком для видовой диагностики является наличие агрегатных лучей. Они отмечены у *B. populifolia* (Hoar, 1916; Hall, 1952), *B. michauxii*, *B. pumila* (Hall, 1952), *B. nana* (Hall, 1952; Bhat, 1983; Бенькова, Швейнгрубер, 2004), *B. pubescens* (Bhat, 1983); *B. pendula* var. *carelica* (Merckl.) L. Hämet-Anti (Атлас древесины..., 1992; Коровин и др., 2001), *B. divaricata* (синоним *B. middendorffii*), *B. fruticosa* (Бенькова, Швейнгрубер, 2004).

Вышеприведенный анализ ксилотомических признаков современных представителей рода *Betula* показал, что наличие у изученной ископаемой древесины слабо гетерогенных однородных – трехрядных лучей позволяет сравнить ее с древесиной современных видов *B. davurica* (секция *Dahuricae*) и *B. papyrifera* (секция *Betula*) подрода *Betula*, тогда как у *B. corylifolia* (подрод *Nipponobetula*), *B. globispica* (секция *Chinenses*, подрод *Asperae*) и *B. occidentalis* (секция *Betula*, подрод *Betula*) однородные–трехрядные лучи исключительно гомогенные, а у *B. schmidtii* (секция *Asperae*, подрод *Asperae*) – отчетливо гетерогенные.

Секция *Dahuricae* включает два вида: *B. davurica* и *B. nigra* (Скворцов, 2002). Древесина *B. nigra* также характеризуется слабо гетерогенными лучами, основное отличие ее от изученной ископаемой древесины – в большей рядности лучей. Среди представителей секции *Betula* слабо гетерогенные лучи имеются у *B. pubescens* и *B. pendula*, однако древесина этих видов отличается не только большей рядностью лучей, но и наличием агрегатных лучей. Наличие сосудистых трахеид, отмеченное у современных *B. davurica*, *B. nigra* и *B. papyrifera*, не может быть достоверно установлено в ископаемой древесине.

Таким образом, имеющиеся отличия не позволяют полностью отождествить исследованную ископаемую древесину с древесиной какого-либо из этих видов.

Ископаемые древесные остатки, сравниваемые с древесиной рода *Betula*, описывались под

родовыми названиями *Betulinium* Unger и *Betuloxylon* Kaiser (цит. по Müller-Stoll, Mädler, 1959). Однако Мюллер-Штоль и Мэдлер (Müller-Stoll, Mädler, 1959), проведя анализ имеющихся данных по ископаемой древесине *Betulaceae*, впервые показали, что большинство древесных остатков, описанных как *Betulinium*, имеют разную таксономическую принадлежность, не сопоставимы с древесиной рода *Betula*, а иногда и семейства *Betulaceae* в целом; описания многих древесных остатков, известных под родовым названием *Betuloxylon*, недостаточно убедительны для их сопоставления с древесиной рода *Betula*.

Нащокин (1968) и Шилкина (1982; Васильев и др., 1963) также считают, что многие древесные остатки, описанные под названием *Betulinium* и сравниваемые с родом *Betula*, имеют совершенно другую принадлежность. По мнению Шилкиной (Васильев и др., 1963), неопределенность диагнозов как *Betulinium*, так и *Betuloxylon*, возможно, связанная с плохой сохранностью анатомической структуры их голотипов, ставит под большое сомнение связь этих ископаемых родов с современным родом *Betula*.

Исходя из того, что исследованная ископаемая древесина имеет все характерные признаки анатомического строения древесины современного рода *Betula* (семейство *Betulaceae*), она отнесена к древесине именно этого рода. Тем не менее, из-за имеющихся отличий изученная древесина не отождествляется с древесиной ни одного из видов *Betula* и описана как древесина нового ископаемого вида березы, имеющего ряд признаков строения древесины современных берез *B. davurica*, *B. nigra* (секция *Dahuricae*) и *B. papyrifera* (секция *Betula*) подрода *Betula*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас древесины и волокон для бумаги / Ред. Чавчавадзе Е.С. М.: Изд-во “Ключ”, 1992. 336 с.
- Бенькова В.Е., Швейнгрубер Ф.Х. Анатомия древесины растений России. Берн, Штутгарт, Вена: Изд-во Хаупт, 2004. 456 с.
- Блохина Н.И., Бондаренко О.В. Ископаемая древесина *Laricioxylon erkovetskiense* sp. nov. (*Pinaceae*) из миоценовых отложений Ерквецкого буроугольного месторождения (Приамурье) // Палеонтол. журн. 2016а. № 4. С. 98–106.
- Блохина Н.И., Бондаренко О.В. Ископаемая древесина *Pinus priamurensis* sp. nov. (*Pinaceae*) из миоценовых отложений Ерквецкого буроугольного месторождения (Приамурье) // Палеонтол. журн. 2016б. № 3. С. 101–108.
- Блохина Н.И., Снежкова С.А. Ископаемая древесина *Alnus tschemrylica* sp. nov. (*Betulaceae*) из палеогена бухты Чемурунаут (Камчатка) // Палеонтол. журн. 1999. № 4. С. 131–136.

- Бондаренко О.В. Ископаемые древесины из плиоцена Южного Приморья. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2006. 20 с.
- Варнавский В.Г., Седых А.К., Рыбалко В.И. Палеоген и неоген Приамурья и Приморья. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1988. 184 с.
- Васильев И.В., Мchedlishvili Н.Д., Шилкина И.А. Семейство Betulaceae // Основы палеонтологии. Т. 15. Голосеменные и покрытосеменные / Ред. Тахтаджян А.Л. М.: Гос. научно-техн. Изд-во лит-ры по геол. и охране недр, 1963. С. 477–481.
- Вихров В.С. Диагностические признаки древесины. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 132 с.
- Ворошилова Г.И., Снежкова С.А. Древесина лесобразующих и сопутствующих пород Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1984. 156 с.
- Гаммерман А.Ф., Никитин А.А., Николаева Г.И. Определитель древесины по микроскопическим признакам. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. 143 с.
- Кезина Т.В. Палинокомплексы миоцена Приамурья, их стратификация и связь с литофациями // Эволюция жизни на Земле. Томск: Изд-во НТЛ, 2001. С. 349–351.
- Кезина Т.В. Палиностратиграфия осадочных отложений позднего маастрихта – кайнозоя Верхнего Приамурья. Благовещенск: Изд-во Амурск. гос. ун-та, 2012. 41 с.
- Кезина Т.В., Литвиненко Н.Д. Палиностратиграфия Еркувского буроугольного месторождения (Зейско-Бурейский осадочный бассейн) // Стратигр. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 4. С. 42–62.
- Коровин В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений. М.: Изд-во МГУЛ, 2001. 259 с.
- Мамонтова И.Б. Миоценовая флора Амуро-Зейской депрессии // Стратиграфия кайнозойских отложений Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 35–41.
- Нащокин В.Д. Ископаемые древесины из меловых, третичных и четвертичных отложений Средней Сибири. М.: Наука, 1968. 175 с.
- Недолужко В.А., Скворцов А.К. Сем. Березовые – Betulaceae // Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. Т. 8 / Ред. Харкевич С.С. СПб.: Наука, 1996. С. 9–28.
- Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья. Региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений материковой части Дальнего Востока. Хабаровск: Изд-во Хабаровского гос. горно-геол. предприятия (ХГГП), 1994. Схема 37. С. 1–34.
- Скворцов А.К. Новая система рода *Betula* L. – Береза // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2002. Т. 107. Вып. 5. С. 73–76.
- Угольная база России. Т. 5. Кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Хабаровский край, Амурская область, Приморский край, Еврейская АО) / Ред. Череповский В.Ф. М.: Изд-во ЗАО Геоинформмарк, 1997. 371 с.
- Чавчавадзе Е.С., Сизоненко О.Ю. Структурные особенности древесины кустарников и кустарничков арктической флоры России. СПб.: Изд-во “Росток”, 2002. 272 с.
- Шилкина И.А. Примечание к семейству Betulaceae // Ископаемые цветковые растения СССР. Т. 2. Ulmaceae – Betulaceae / Ред. Тахтаджян А.Л. Л.: Наука, 1982. С. 179–180.
- Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 337 с.
- Baas P. Terminology of imperforate tracheary elements – in defence of libriform fibres with minutely bordered pits // IAWA Bull. N.s. 1986. V. 7. № 1. P. 82–86.
- Bhat K.M. A note on aggregate rays of *Betula* species // IAWA Bull. N.s. 1983. V. 4. № 2–3. P. 183–185.
- Bhat K.M., Kärkkäinen M. Distinguishing between *Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh. on the basis of wood anatomy // *Silva Fennica*. 1980. V. 14. № 3. P. 294–304.
- Bhat K.M., Kärkkäinen M. Wood anatomy and physical properties of wood and bark in *Betula tortuosa* Ledeb // *Silva Fennica*. 1981. V. 15. № 2. P. 148–155.
- Chen Zhi-Duan, Manchester S.R., Sun Hai-Ying. Phylogeny and evolution of the Betulaceae as inferred from DNA sequences, morphology, and paleobotany // *Amer. J. Bot.* 1999. V. 86. № 8. P. 1168–1181.
- Cramer C. Fossile Hölzer der arktischen Zone // O. Heer. *Flora fossilis arctica* (Die Fossile flora der Polarländer). Bd I. Zürich: Druck und Verlag von F. Schulthess, 1868. S. 167–180.
- FFPRI Wood Identification Database Team. 2004. Database of Japanese Woods. <http://f030091.ffpri.affrc.go.jp/index-E1.html>
- Furrow J.J. The genera of Betulaceae in the Southeastern United States // *J. Arnold Arboretum*. 1990. V. 71. № 1. P. 1–67.
- Greguss P. *Holzanatomie der Europäischen Laubhölzer und Sträucher*. Budapest: Akad. Kiadó, 1959. 330 S.
- Hall J.W. The comparative anatomy and phylogeny of the Betulaceae // *Bot. Gaz.* 1952. V. 113. № 3. P. 235–270.
- Hellberg E., Carcaillet C. Wood anatomy of West European *Betula*: Quantitative descriptions and applications for routine identification in paleoecological studies // *Ecoscience*. 2003. V. 10. № 3. P. 370–379.
- Hoar C.S. The anatomy and phylogenetic position of the Betulaceae // *Amer. J. Bot.* 1916. V. 3. № 8. P. 415–435.
- Jeong E.K., Kim K., Suzuki M., Kim J.W. Fossil woods from the Lower Coal-bearing Formation of the Janggi Group (Early Miocene) in the Pohang Basin, Korea // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2009. V. 153. P. 124–138.
- IAWA List of Microscopic features for Hardwood identification / Eds. Wheeler E., Baas P., Gasson P.E. // *IAWA Bull. N.s.* 1989. V. 10. № 3. S. 1–219.
- InsideWood. 2004-onwards. Published on the Internet. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> (accessed August 2014).
- Li P., Skvortsov A.K. Betulaceae // *Flora of China*. V. 4 (Cycadaceae through Fagaceae) / Eds. Wu Z.Y., Raven P.H. Beijing: Sci. Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 1999. P. 286–313.
- Mädel E. Ein Fossiles Nyssa – Holz aus Japan, *Nyssonoxylon japonicum* n. g., n. sp. // *Senckenb. lethaea*. 1959. Bd 40. S. 211–222.
- Mercklin C.E. *Palaeodendrologikon Rossicum*. Vergleichende anatomisch-mikroskopische Untersuchungen fossiler Hölzer aus Russland. Ein Beitrag zur vorweltlichen

- Flora. St.-Petersburg: Preisschrift. K.1. Akad. Wiss., 1855. 99 S.
- Miller H.J. Anatomical characteristics of some woody plants of the Angmagssalik district of Southeast Greenland // Medd. Groenland. 1975. Bd 198. № 6. P. 5–30.
- Miller R.B., Cahow E. Wood identification of commercially important North American species of birch (*Betula*) // IAWA Bull. N.s. 1989. V. 10. № 4. P. 364–373.
- Müller-Stoll W.R., Mädler E. Betulaceen-Hölzer aus dem Tertiär des pannonischen Beckens // Senckenb. lethaea. 1959. Bd 40. S. 159–209.
- Prakash U. Miocene fossil woods from the Columbia basalt of central Washington, III // Palaeontogr. Abt. B. 1968. Bd 122. Lfg. 4–6. P. 183–200.
- Schoch W., Heller I., Schweingruber F.H., Keinast F. Wood anatomy of central european species. 2004. Online version: www.woodanatomy.ch
- Scott R.A., Wheeler E.A. Fossil woods from the Eocene Clarno Formation of Oregon // IAWA Bull. N.s. 1982. V. 3. № 3–4. P. 135–154.
- Suzuki M., Noshiro S., Takahashi A. et al. Wood structure of Himalayan plants. II // The Himalayan Plants. V. 2 / Eds. Ohaba H., Malla S.B. Tokyo: Univ. Tokyo Press, 1991. P. 17–65.
- Watari S. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan. V. Fossil woods from the Lower Miocene of Hanenisi, Simane Prefecture // Jap. J. Bot. 1948. V. 13. № 4. P. 503–518.
- Watari S. Dicotyledonous woods from the Miocene along the Japan-sea side of Honshu // J. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sect. III (Bot.). 1952. V. 6. № 3. P. 97–134.
- Wheeler E.A., Dillhoff T.A. The Middle Miocene fossil wood flora from Vantage, Washington // IAWA J. 2009. Suppl. 7. P. 1–101.
- Wheeler E.A., Manchester S.R. Woods of the Middle Eocene Nut Beds Flora, Clarno Formation, Oregon, USA // IAWA J. 2002. Suppl. 3. P. 1–188.
- Yaghmaie M., Catlin D. The occurrence of vascular tracheids in *Betula* and some other *Betulaceae* genera // Plant Syst. Evol. 1984. V. 147. P. 125–131.
- Yu C.H. Xylotomy of the timbers of Northeastern China I. Dicotyledonous woods // Acta Bot. Sin. 1953. V. 2. № 1. P. 228–230.

Объяснение к таблице XII

Фиг. 1–11. Древесина *Betula erkovetskiensis* sp. nov., голотип № ER 22/3-182; Амурская обл., Еркувецкое бурогольное месторождение, угольный разрез “Южный”, второй участок; сазанковская свита, верхи среднего–верхний миоцен: 1 – поперечный срез, годичные кольца, переход от ранней древесины к поздней; 2 – радиальный срез, межсосудистая поровость; 3 – радиальный срез, гомогенный луч с тенденцией к гетерогенности, сосудисто-лучевая поровость; 4 – поперечный срез, очертание и расположение сосудов; 5 – радиальный срез, сосудисто-лучевая поровость, поры на поперечных и тангентальных стенках лучевых клеток; 6 – радиальный срез, сосудисто-лучевая поровость; 7 – радиальный срез, лестничная перфорационная пластинка; 8 – радиальный срез, поры на стенках волокон; 9 – радиальный срез, тяж осевой паренхимы; 10 – тангентальный срез, двурядный луч с однорядными окончаниями; 11 – тангентальный срез, трехрядный луч с однорядными окончаниями.

Fossil Wood of *Betula erkovetskiensis* sp. nov. (Betulaceae) from the Miocene of the Erkovetskii Brown Coal Field, Amur Region, Russia

N. I. Blokhina, O. V. Bondarenko

A new species, *Betula erkovetskiensis* Blokhina et O.V. Bondarenko (Betulaceae), from the deposits of the Sazanka Formation (upper Middle–Upper Miocene) of the Erkovetskii Brown Coal Field (Amur Region, Russia) is described based on anatomical features of fossil wood. The new species shows some wood anatomical characters of the extant birches subgenus *Betula*, *B. davurica*, *B. nigra* (section *Dahurica*), and *B. papyrifera* (section *Betula*). Fossil wood of *Betula* is found in the Amur Region for the first time.

Keywords: *Betula*, *Betulaceae*, wood anatomy, upper Middle Miocene–Upper Miocene, Amur Region, Russia

Сдано в набор 13.03.2017 г.	Подписано к печати 24.05.2017 г.	Дата выхода в свет 28.07.2017 г.	Формат 60 × 88 ¹ / ₈
Цифровая печать	Усл. печ. л. 14.25 + 1.5 вкл.	Усл. кр.-отт. 2.1 тыс.	Уч.-изд. л. 15.75
	Тираж 131 экз.	Зак. 1230	Бум. л. 7.9
		Цена свободная	

Учредители: Российская академия наук, Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”, 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”
Отпечатано в типографии “Наука”, 121099 Москва, Шубинский пер., 6

