

УДК 581.844+561.47:551.782(571.61)

ИСКОПАЕМАЯ ДРЕВЕСИНА *PINUS PRIAMURENSIS* SP. NOV. (PINACEAE) ИЗ МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕРКОВЕЦКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИАМУРЬЕ)

© 2016 г. Н. И. Блохина, О. В. Бондаренко

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

e-mail: blokhina@biosoil.ru

Поступила в редакцию 12.01.2015 г.

Принята к печати 10.08.2015 г.

Описан новый вид *Pinus priamurensis* sp. nov., установленный по анатомическим признакам ископаемой древесины из сазанковской свиты (верхи среднего – верхний миоцен) Еркувецкого бурогоугольного месторождения (Амурская обл.). Новый вид характеризуется рядом признаков строения древесины современных представителей подсекции *Pinus* (секция *Pinus*, подрод *Pinus*). Ископаемая древесина сосны обнаружена в Приамурье впервые.

DOI: 10.7868/S0031031X16030053

ВВЕДЕНИЕ

Начало изучению ископаемых древесных остатков из миоценовых отложений Еркувецкого бурогоугольного месторождения (Амурская обл.) было положено Н.И. Блохиной и С.А. Снежковой (2003). По анатомическим признакам ископаемой древесины, собранной Т.В. Кезиной (Амурский государственный ун-т – АмГУ, г. Благовещенск), ими были установлены виды *Piceoxylon* sp. (cf. *Picea obovata* Ledeb.) и *Laricioxylon priamurensis* Blokh. et Snezhk. из семейства Pinaceae и *Populoxylon priamurensis* Blokh. et Snezhk. из семейства Salicaceae. У *Piceoxylon* sp. (cf. *Picea obovata*) наблюдаются анатомические признаки древесины современной ели *Picea obovata*, однако недостаточно хорошая сохранность материала не позволила сделать более точное определение. *Laricioxylon priamurensis* по ксилотомическим признакам имеет некоторое сходство с современными лиственницами *Larix olgensis* A. Henry, *L. leptolepis* (Siebold et Zucc.) Gord. и *L. occidentalis* Nutt., а *Populoxylon priamurensis* – с современными тополями *Populus maximowiczii* A. Henry и *P. balsamifera* L.

Ископаемая древесина *Pinus*, в отличие от листовых остатков, весьма редко встречается в тихоокеанском регионе. До настоящего времени на российском Дальнем Востоке (РДВ) ископаемая древесина, сходная в анатомическом строении с древесиной представителей рода *Pinus* L., была описана только из палеоценовых–нижнеэоценовых отложений мыса Чемрыл в бухте Чемурнаут на северо-западе Камчатки (Blokhina, 1995). Дре-

весина камчатского ископаемого вида *Pinuxylon chemrylensis* Blokh. обнаруживает сочетание анатомических признаков древесины современных сосен из секции *Parrya* Mayr подрода *Strobus* Lemmon по классификации Э. Литтла и В. Критчфилда (Little, Critchfield, 1969), а также Р. Прайса с соавторами (Price et al., 1998).

В Японии древесина сосен была описана только из среднемиоценовых отложений острова Хонсю – *Pinus albicauloides* (Greguss) S.K. Choi et K. Kim (Choi et al., 2010) из префектуры Ямагата и *P. hatamuraense* Jeong et Kim (Jeong et al., 2012) из префектуры Акита. Вид *P. albicauloides* обнаруживает ксилотомические признаки современных сосен из секции *Strobus* Lemmon подрода *Strobus* (Choi et al., 2010). Ископаемая древесина *Pinuxylon microporosum* Ogura из верхнемеловых отложений р. Найба на Сахалине, описанная японскими палеоботаниками М. Нисида и Х. Нисида (Nishida, Nishida, 1995) по сборам 1940–1941 гг., а также из верхнемеловых отложений о. Хоккайдо, Япония (Ogura, 1944; Nishida, Nishida, 1995), не может быть сопоставлена с древесиной современного рода *Pinus* из-за отсутствия лучевых трахеид – одного из главных диагностических признаков этого рода.

В Китае ископаемая древесина сосен описана из верхнеплиоценовых отложений провинции Юньнань – *Pinus armandii* Franchet (Yi et al., 2002), *P. cf. armandii* (Yi et al., 2005) и *Pinuxylon* sp. (Zheng et al., 2008); кроме того, *Pinuxylon* sp. известен также из миоценовых отложений Внутренней Монголии (Tao et al., 1994). Современный вид

Pinus armandii относится к секции *Strobus* подрода *Strobus* (Price et al., 1998). У *Pinuxylon* sp. также наблюдаются анатомические признаки древесины современных сосен подрода *Strobus*. В то же время, ископаемая древесина *Pinus henanensis* Yang (Zheng et al., 2008) из меловых отложений провинции Хэнань необоснованно отнесена к древесине современного рода *Pinus*, поскольку в описании ничего не сказано о толщине стенок клеток эпителия, выстилающих смоляные ходы, а крайне плохое качество фотографий не позволяет рассмотреть основные диагностические признаки.

В США находки ископаемой древесины *Pinus* указывались (Torrey, 1923) из эоценовых отложений Йеллоустонского национального парка (*P. baumani* Read) и плиоценовых отложений штата Калифорния (*P. kelloggi* Webber). Позже оба вида были включены в состав *Pinuxylon parrioides* (Gothan) Kräusel emend. Van der Burgh (Van der Burgh, 1964), характеризующегося наличием ксилотомических признаков современных сосен из секции *Parrya* подрода *Strobus*. Из миоценовых отложений штата Орегон описана ископаемая древесина *Pinuxylon woolardii* Tidwell, Parker et Folkman (Tidwell et al., 1986), имеющая анатомические признаки древесины современных сосен *Pinus aristata* Engelm., *P. balfouriana* Greville et Balfour ex Murray, *P. cembroides* Zuccarini, *P. edulis* Engelm. и *P. monophylla* Torrey et Frémont из секции *Parrya* подрода *Strobus*. Из плиоценовых отложений Калифорнии П. Платен в 1907 г. описал ископаемую древесину *Pityoxylon vateri* Platen (цит. по: Torrey, 1923), позже близкая к ней анатомически древесина была описана из миоценовых отложений штата Орегон как *P. cf. vateri* (Torrey, 1923). В. Рёсслер (Rössler, 1937) перевел этот вид в состав рода *Pinuxylon* Gothan, указав на сходство *P. vateri* (Platen) Rössler с современными соснами из секций *Taeda* Spach и *Banksia* Mayr. По классификации Прайса с соавторами (Price et al., 1998), сосны из этих секций входят в подсекции *Halepenses* Van der Burgh, *Contortae* Little et Critchfield, *Austroales* Loudon, *Ponderosae* Loudon, *Attenuatae* Van der Burgh и *Oocarpae* Little et Critchfield секции *Pinus* L. подрода *Pinus* L.

В Канаде ископаемая древесина с анатомическими признаками древесины сосны описана из среднеэоценовых отложений штата Британская Колумбия как *Pinuxylon similkameenensis* Miller (Miller, 1973). Этот ископаемый вид обнаруживает сочетание ксилотомических признаков современных сосен из секции *Parrya* подрода *Strobus*.

Новый вид *Pinus priamurensis* sp. nov., описываемый в настоящей статье, представляет собой первую находку ископаемой древесины сосны в Приамурье. Вид установлен по анатомическим

признакам ископаемой древесины из миоценовых отложений Ерквецкого буроугольного месторождения и характеризуется наличием признаков современных представителей подсекции *Pinus* L. (секция *Pinus*, подрод *Pinus*). В настоящее время в Амурской обл. произрастают сосны *P. koraiensis* Siebold et Zucc., *P. sibirica* Du Tour, *P. sylvestris* L. и *P. pumila* (Pall.) Regel (Коропачинский, 1989). Из них только *P. sylvestris* относится к подсекции *Pinus* (секция *Pinus*, подрод *Pinus*), остальные три — к подсекции *Cembrae* Loudon (секция *Strobus*, подрод *Strobus*) (Price et al., 1998).

В пределах Ерквецкого буроугольного месторождения остатки сосен представлены исключительно пылью и древесиной, хотя отпечатки крылатых семян сосен, шишек, брахибластов с пучками хвои и др. довольно многочисленны в миоценовых отложениях РДВ. Среди них встречаются и остатки сосен с признаками некоторых современных видов, входящих в подсекцию *Pinus*, а именно: *P. densiflora* Siebold et Zucc., *P. massoniana* Lamb., *P. thunbergii* Parl. и *P. yunnanensis* Franch. Эти виды имеют восточноазиатское распространение: *P. densiflora* произрастает в Японии, Корею, на северо-востоке Китая и юге Приморского края; *P. massoniana* — в Центральном и Южном Китае и Северном Вьетнаме; *P. thunbergii* — в Японии и Южной Корею, *P. yunnanensis* — в Южном Китае (Jiang et al., 2010). Одним из характерных видов среди представителей миоценовой сазанковской флоры Приамурья является *P. nagajevii* Vassk., имеющий сходство по морфологии шишек с современным *P. thunbergii* (Варнавский и др., 1988). Признаки современной сосны *P. densiflora* отмечены у следующих ископаемых видов: *P. retichovica* G. Pimenov (Пименов, 1990; Павлюткин и др., 2014), описанного по отпечаткам брахибластов с хвоей из Реттиховского буроугольного месторождения (Приморский край); *P. cf. densiflora* (Дорофеев, 1969), определенного по отпечаткам шишек из Мамонтовой горы на Алдане; *P. palaeodensiflora* Dorof. и *P. cf. funebris* Kom. (Дорофеев, 1972), описанных по отпечаткам шишек из бассейна р. Омолы. В настоящее время *P. funebris* рассматривается в качестве синонима *P. densiflora* (Fu et al., 1999). К современному виду *P. thunbergii* близки ископаемые виды *P. omoloica* Dorof. (Дорофеев, 1972) и *P. nagajevii* Vassk. (Васьковский, 1956; Челебаева и др., 1979), установленные по отпечаткам шишек из бассейна р. Омолы и бухты Нагаева соответственно. Сочетание признаков современных сосен *P. thunbergii* и *P. densiflora* отмечено у ископаемого вида *P. miocenica* Tanai (Климова, 1975; Павлюткин и др., 2014), определенного по отпечаткам брахибластов с хвоей из Реттиховского буроугольного месторождения

(Приморский край). Некоторое сходство с современным видом *P. yunnanensis* наблюдается у ископаемого *P. spinosa* Herbst (Дорофеев, 1969), определенного по отпечаткам шишек из Мамонтовой горы на Алдане. Признаки современных сосен *P. yunnanensis* и, возможно, *P. massoniana* отмечены у ископаемого вида *P. jacutica* Dorof. (Дорофеев, 1972), а сочетание признаков *P. yunnanensis* и *P. densiflora* — у ископаемого *P. cf. sukaczewii* Karav. (Дорофеев, 1972), установленных по отпечаткам шишек из бассейна р. Омолой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Описанная древесина нового ископаемого вида *Pinus priamurensis* sp. nov. была собрана авторами в 2012 г. во время полевых работ на втором участке угольного разреза “Южный” Ерконецкого бурогоугольного месторождения (Амурская обл.), расположенного в 75 км восточнее г. Благовещенска в северо-западной части Зейско-Буреинского осадочного бассейна. Древесина происходит из светло-серых или беловатых песков сазанковской свиты, которая датируется концом среднего — поздним миоценом (Решения..., 1994).

Сазанковская свита, широко распространенная на площади Ерконецкого месторождения, охарактеризована здесь только бедным спорово-пыльцевым комплексом (Кезина, Литвиненко, 2007; Кезина, 2012) и ископаемыми древесинами (Блохина, Снежкова, 2003). По данным В.Г. Варнавского с соавт. (1988), многочисленные макроостатки растений были собраны из сазанковской свиты А.М. Камаевой в долинах рек Зеи и Амура. Для сазанковской флоры характерны *Pinus pagajevii*, *Salix* sp., *S. parasachalinensis* Tanai et N. Suzuki, *Populus sambonskii* Huzioka et K. Suzuki, *P. americana* (Lesq.) LaMotte, *Comptonia naumanii* (Nath.) Tanai, *Pterocarya asymmetrosa* Konno, *Betula protoermannii* Endo, *Quercus miovariabilis* Heer et Chaney, *Ulmus protojaponica* Tanai et Onoe, *Acer nordenskioldii* Nath. В палинокомплексе преобладает пыльца покрытосеменных (*Alnus* Mill., *Betula* L., *Salix* L., *Fagus* L., *Ulmus* L., *Juglans* L., водные растения *Trautmannia* L., *Nelumbo* Adans. и *Nymphaeaceae*, травы и кустарники); существенная часть палиноспектров принадлежит пыльце голосеменных, среди которых доминирует пыльца *Tsuga* (Endl.) Carr., *Picea*, *Pinus* и *Larix*; в значительных количествах отмечаются споры мхов, плауновидных и водных папоротников (Мамонтова, 1977; Варнавский и др., 1988; Кезина, 2001).

Изученный образец диаметром 2.5–3.0 см и длиной 12.5 см представлен слабо лигнифицированной древесиной темно-коричневого цвета с хорошо различимыми невооруженным глазом годичными кольцами 0.48–1.55 мм шириной. Колл.

№ 22 хранится в Биолого-почвенном институте (БПИ) ДВО РАН.

Для изготовления препаратов от образца отпилен кусочек 2 см длиной, который на сутки был погружен в 150 мл 96%-ного этилового спирта. После этого для размягчения и уплотнения древесины он был помещен в глицерин-желатин и оставлен на трое суток в термостате при температуре 37°C, затем снова на сутки погружен в 96%-ный этиловый спирт. После предварительной обработки из кусочка древесины при помощи санного микротомы Leica SM2010R были изготовлены прозрачные срезы в трех взаимно перпендикулярных направлениях: поперечном, радиальном и тангентальном. Для удаления воздуха полученные срезы были помещены на сутки в чашки Петри в 4–5 мл 96%-ного спирта, затем для удаления этанола — на 10–15 минут в 4–5 мл ксилола, после этого перенесены на предметное стекло в каплю нейтрального бальзама и накрыты покровным стеклом; готовые препараты протирались ксилолом, затем спиртом. Всего было изготовлено и микроскопически исследовано 27 срезов.

Микроскопическое изучение срезов и микрофотографирование анатомических структур проводилось 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 (1954б) и адаптированная к “IAWA List of Microscopic Features...” (Baas et al., 2004). Сведения о систематике рода *Pinus* взяты из работы Прайса с соавт. (Price et al., 1998).

Авторы благодарны Российскому фонду фундаментальных исследований (грант № 11-04-01208) и Президиуму ДВО РАН (грант № 12-I-П28-1 по программе “Дальний Восток”) и программе Президиума РАН “Проблемы происхождения жизни и становления биосферы” за финансовую поддержку работы, а также Т.В. Кезиной (АмГУ) за помощь в проведении полевых исследований.

СИСТЕМАТИКА

СЕМЕЙСТВО PINACEAE M. ADAMSON, 1763

Род *Pinus* Linnaeus, 1753

Pinus priamurensis Blokhina et O.V. Bondarenko, sp. nov.

Табл. XV, фиг. 1–14 (см. вклейку)

Название вида от Приамурья.

Голотип — БПИ ДВО РАН, колл. 22, обр. № ER 22/2-106, ископаемая древесина; Амурская обл., Ерконецкое бурогоугольное месторождение, угольный разрез “Южный”, второй участок; верхи среднего — верхний миоцен, са-

занковская свита; обозначен здесь (табл. XV, фиг. 1–14).

D i a g n o s i s. Growth rings are distinct. Pits in radial tracheid walls are uniseriate, circular or elliptic, $12\text{--}18 \times 16\text{--}20(21) \mu\text{m}$ in size. Crassulae are present occasionally between elliptic pits. Trabeculae occur occasionally in tracheids. Pits in tangential tracheid walls are absent. Uniseriate rays are of 1–9(15) cells high. Ray tracheid walls are unevenly dentate, sometimes reticulate. Normal vertical resin canals are lined by 8–10 thin-walled epithelial cells. Horizontal resin canals lined by 6–8 thin-walled epithelial cells occur in biseriate rays with equal (up to 3–8 cell rows) uniseriate ends. Cross-field pits in earlywood are window-like, $12\text{--}16 \times 12\text{--}20 \mu\text{m}$ in size, with one (rarely two) pits per cross-field; in latewood, the cross-field pits are pinoid, $6 \times 12 \mu\text{m}$ in size, with one pit per cross-field.

О п и с а н и е. Древесина состоит из трахеид, лучевых трахеид, лучевой паренхимы и клеток эпителия смоляных ходов.

Годичные кольца отчетливые, 0.48–1.55 мм шириной, состоят преимущественно из трахеид ранней древесины (табл. XV, фиг. 1). Трахеиды ранней древесины на поперечном срезе крупные, тонкостенные, широкополостные, многоугольной формы, вытянутые в радиальном направлении. Переход от ранней древесины к поздней резкий, в некоторых годичных кольцах сравнительно постепенный. Поздняя древесина занимает не более 1/4 ширины годичного кольца, что составляет 5–12, редко больше, слоев. Трахеиды поздней древесины толстостенные, прямоугольной формы, у границы годичного кольца сильно сплюснутые в радиальном направлении, с почти щелевидными полостями.

Поровость радиальных стенок трахеид ранней древесины обильная, однорядная (табл. XV, фиг. 3). Поры округлые и слегка овальные, вытянутые горизонтально, с включенными округлым и овальным отверстиями соответственно, располагаются по длине трахеиды свободно, реже сближенно, иногда соприкасаясь; округлые поры $16\text{--}20 \mu\text{m}$ в диаметре, овальные – размером $12\text{--}18 \times 16\text{--}20(21) \mu\text{m}$. Крассулы встречаются между овальными соприкасающимися порами (табл. XV, фиг. 4). Поры на радиальных стенках трахеид поздней древесины однорядные, округлые, $10\text{--}14 \mu\text{m}$ в диаметре, располагаются по длине трахеиды на большом расстоянии друг от друга, в самых последних слоях поздней древесины поры отсутствуют. В трахеидах спорадически встречаются трабекулы – небольшие поперечные выросты клеточной оболочки, проходящие через полость трахеид от одной тангентальной стенки к другой (табл. XV, фиг. 5). Осевая (тяжевая) парен-

хима и поры на тангентальных стенках трахеид отсутствуют.

Лучи многочисленные, двух типов – однорядные и многорядные, последние с горизонтальными смоляными ходами. Однорядные лучи 1–9(15) клеток в высоту (табл. XV, фиг. 12). Срединные клетки лучей на тангентальном срезе овальные, вытянутые вдоль луча, реже округлые и округло-прямоугольные; краевые – округло-треугольные, по размерам примерно равные срединным; высота лучевых клеток $21\text{--}30 \mu\text{m}$, ширина $9\text{--}15 \mu\text{m}$. Горизонтальные стенки лучевых клеток слабо пористые, тангентальные – тонкие, гладкие (табл. XV, фиг. 7). Лучи сложные – обрамленные и смешанные. Лучевые трахеиды с окаймленными порами на радиальных стенках; располагаются в 1–2(3) слоя по краям лучей, реже 1–2 слоями в середине луча, иногда образуют самостоятельные 1–2-слойные лучи (табл. XV, фиг. 6, 8, 9). Внутренние стенки лучевых трахеид с неравномерно развитыми зубчиками: от мелких, переходящих в волнистость, до более крупных, которые, сливаясь, местами образуют сетку; зубчики заостренные или притупленные, узкие или треугольные с широким основанием, иногда ветвятся (табл. XV, фиг. 6, 9, 11).

На полях перекреста в ранней древесине простые, округло-квадратные или округло-прямоугольные крупные оконцевые поры размером $12\text{--}16 \times 12\text{--}20 \mu\text{m}$ располагаются по одной поре на поле перекреста, редко по две поры неодинаковой формы и размера (табл. XV, фиг. 6, 7, 9). На полях перекреста в поздней древесине крупные пиноидные поры с частичным окаймлением (пиноидно-окаймленный тип пор, по Е.С. Чавчавадзе, 1979), $6 \times 12 \mu\text{m}$ размером, яйцевидной формы с заостренными концами и косо расположенным включенным отверстием располагаются по одной поре на поле перекреста (табл. XV, фиг. 10).

Вертикальные смоляные ходы одиночные, с $8\text{--}10$ тонкостенными, часто разорванными клетками эпителия; располагаются преимущественно в поздней древесине, иногда в зоне перехода от ранней древесины к поздней; на поперечном срезе ходы округлые, $64\text{--}144 \mu\text{m}$ в диаметре (табл. XV, фиг. 1, 2). Горизонтальные смоляные ходы с $6\text{--}8$ тонкостенными, часто разорванными клетками эпителия; на тангентальном срезе ходы овальные, $24\text{--}32 \mu\text{m}$ в диаметре, располагаются в двурядных лучах (табл. XV, фиг. 13) с равными однорядными окончаниями протяженностью 3–8 клеток (табл. XV, фиг. 13, 14).

С р а в н е н и е. В отличие от всех описанных к настоящему времени из тихоокеанского региона ископаемых древесных остатков с анатомически-

ми признаками древесины современного рода *Pinus*, у изученной древесины внутренние стенки лучевых трахеид не только зубчатые, но местами зубчики сливаются, образуя сетку. В то же время, у *Pinuxylon chemrylensis* (Blokhina, 1995), *P. woolardii* (Tidwell et al., 1986), *P. similkameenensis* (Miller, 1973), *Pinuxylon* sp. (Zheng et al., 2008) и *Pinus albicauloides* (Choi et al., 2010) лучевые трахеиды только с гладкими внутренними стенками. У *Pinuxylon parrioides* (Van der Burgh, 1964), *P. vateri* (Rössler, 1937), *Pinus hatamuraense* (Jeong et al., 2012) и *P. armandii* (Yi et al., 2002), помимо гладкостенных, встречаются лучевые трахеиды с мелкозубчатыми стенками, однако зубчики мелкие или слабо выраженные и никогда не сливаются; кроме того, на полях перекреста у *Pinuxylon parrioides* (Van der Burgh, 1964), *P. vateri* (Rössler, 1937) и *Pinus armandii* (Yi et al., 2002) имеются 1–4 пиноидные поры, а у *P. hatamuraense* (Jeong et al., 2012) — 1–2 пиноидные поры, тогда как у исследованной древесины поры оконцевые, по одной, изредка по две поры, на поле перекреста.

Тип пор на полях перекреста и строение внутренних стенок лучевых трахеид позволяют сравнить изученную ископаемую древесину с древесиной современных сосен *Pinus densiflora* Siebold et Zucc., *P. massoniana* Lamb., *P. nigra* J.F. Arnold, *P. sylvestris* L., *P. thunbergii* Parl. и *P. yunnanensis* Franch., относящихся, согласно Прайсу и др. (Price et al., 1998), к подсекции *Pinus* (секция *Pinus* подрода *Pinus*). Тем не менее, изученная древесина отличается от древесины перечисленных видов, прежде всего, сочетанием однородной поровости на стенках трахеид и пиноидных пор на полях перекреста (табл. 1). Кроме того, описанная древесина отличается от древесины *P. densiflora*, *P. massoniana*, *P. sylvestris* и *P. yunnanensis* расположением горизонтальных смоляных ходов только в двурядных лучах; от древесины *P. massoniana*, *P. sylvestris*, *P. thunbergii* и *P. yunnanensis* — более крупными порами на радиальных стенках трахеид; от древесины *P. nigra*, *P. thunbergii* и *P. yunnanensis* — наличием местами сетчатых внутренних стенок лучевых трахеид (табл. 1).

З а м е ч а н и я. Исследованная ископаемая древесина имеет все признаки анатомического строения древесины представителей современного рода *Pinus* (семейство *Pinaceae*). С древесиной сосны ее отождествляет, прежде всего, наличие нормальных вертикальных и горизонтальных смоляных ходов с тонкостенными клетками эпителия. Тонкостенный эпителий — весьма характерный признак рода *Pinus*, отличающий этот род от других родов сосновых (Будкевич, 1961). Отождествить описанную древесину с древесиной сосны позволяет также и наличие на полях

перекреста оконцевых пор. Среди *Pinaceae* оконцевые поры встречаются только у видов рода *Pinus*. Кроме того, в древесине представителей этого рода, как и в изученной ископаемой древесине, имеются лучевые трахеиды и отсутствует осевая (тяжевая) паренхима.

Следуя принятой в палеоксилотомии практике наименования ископаемых древесных остатков, для ископаемой древесины сосновых с нормальными вертикальными и горизонтальными смоляными ходами, выстланными тонкостенным эпителием, как правило, используют формальное родовое название *Pinuxylon*. Однако в объем формального рода *Pinuxylon* были включены и некоторые древние (меловые) формы без лучевых трахеид (Kräusel, 1949), что представляется не совсем правильным. Согласно Яценко-Хмелевскому (1954а), набор анатомических признаков, характерных для древесины рода *Pinus*, настолько четок, что не требуется специального формального родового названия для ископаемых древесин, несущих эти признаки. Поэтому Яценко-Хмелевский (1954а) и В.Д. Нащокин (1968) не рекомендовали использовать формальное название *Pinuxylon* при хорошей сохранности анатомической структуры ископаемой древесины.

Исходя из того, что исследованная ископаемая древесина хорошей сохранности имеет все характерные признаки анатомического строения древесины современного рода *Pinus*, ее следует отнести к древесине рода *Pinus*, а не формального рода *Pinuxylon*. Наличие оконцевых пор на полях перекреста в сочетании с зубчатыми внутренними стенками лучевых трахеид позволяет отождествить описанную древесину с древесиной современных сосен подсекции *Pinus* (секция *Pinus*, подрод *Pinus*). Оконцевые поры на полях перекреста характерны и для древесины некоторых представителей подсекций *Strobi Loudon* и *Cembrae Loudon* (секция *Strobus*, подрод *Strobus*), однако у них лучевые трахеиды гладкостенные. Наличие у ископаемой древесины лучевых трахеид с неравномерно развитой зубчатостью внутренних стенок (от мелких зубчиков, переходящих в волнистость, до более крупных, которые, сливаясь, местами образуют сетку) позволяет сравнить ее с древесиной таких современных сосен подсекции *Pinus*, как *P. densiflora*, *P. massoniana*, *P. nigra*, *P. sylvestris*, *P. thunbergii* и *P. yunnanensis*. Тем не менее, из-за имеющихся отличий она не отождествляется с древесиной ни одного из этих видов и описана в качестве древесины нового ископаемого вида сосны.

М а т е р и а л. Голотип.

Таблица 1. Сравнительная характеристика анатомического строения ископаемой древесины *Pinus priamurensis* sp. nov. и древесины близких современных видов

Анатомические признаки	<i>Pinus priamurensis</i> sp. nov.	<i>Pinus densiflora</i> Siebold et Zucc. (Будкевич, 1961; Greguss, 1955; Jiang et al., 2010)	<i>Pinus massoni-</i> <i>ana</i> Lamb. (Будкевич, 1961; Greguss, 1955; Jiang et al., 2010)	<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold (Будкевич, 1961; Jiang et al., 2010)	<i>Pinus sylvestris</i> L. (Будкевич, 1961; Greguss, 1955; Jiang et al., 2010)	<i>Pinus thunbergii</i> Parl. (Будкевич, 1961; Greguss, 1955; Jiang et al., 2010)	<i>Pinus yunnanensis</i> Franch. (Будкевич, 1961; Greguss, 1955; Jiang et al., 2010)
1	2	3	4	5	6	7	8
Поровость радиальных стенок трахеид:							
однорядная	+	++	+	+	+	++	++
двурядная	—	+—	+	—	+—	+—	+—
диаметр пор, мкм	12–18 × 16–20(21)	18–20	15–18	18–21	15–18	15–18	12–15
Диаметр пор на тангентальных стенках трахеид, мкм	—	—	+—	—	—	6–8	—
Однорядные лучи:							
высота (в клетках)	1–9 (15)	1–14	1–13 (20)	1–15	1–15	1–15	1–17
количество двурядных слоев	—	—	—	+—	—	—	—
Стенки лучевых трахеид:							
зубчатые	+	+	+	+	+	+	+
сетчатые	+—	+	+	—	+—	—	—
Вертикальные смоляные ходы:							
количество клеток эпителия	8–10	4–8	4–7	?	?	?	6–10
Горизонтальные смоляные ходы:							
количество клеток эпителия	6–8	3–6	3–5	?	?	?	4–6
расположение в лучах —							
двурядных	+	+	+	+	+	+	+
дву-трехрядных	—	+	+	—	+	—	+
трехрядных	—	+	+	—	+	—	+
однорядные окончания	3–8	?	1–10	?	?	?	?
Поровость полей перекреста:							
количество пор	1 (2)	1–2	1–2 (3)	1–2	1 (2)	1–2	1–2
диаметр пор, мкм	12–16 × 12–20	7.5–9 × 15–18	15 × 24	15–18 × 24–27	12–18 × 21–24	?	12 × 24
тип пор —							
оконцевые	+	+	+	+	+	+	+
пиноидные	+	+—	+—	—	—	+	—

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блохина Н.И., Снежкова С.А. Ископаемые древесины из верхнего миоцена Еркувского буроугольного месторождения (Приамурье) // Палеонтол. журн. 2003. № 5. С. 97–102.
- Будкевич Е.В. Древесина сосновых. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 152 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.
- Васьковский А.П. Новые виды ископаемых хвойных четвертичного возраста, найденные на крайнем Северо-Востоке Азии // Матер. по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Вып. 10. Магадан: Магаданск. книжн. изд-во, 1956. С. 162–168.
- Дорофеев П.И. Миоценовая флора Мамонтовой горы на Алдане. Л.: Наука, 1969. 148 с.
- Дорофеев П.И. Третичные флоры бассейна р. Омолой // История флоры и растительности Евразии. Л.: Наука, 1972. С. 41–112.
- 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 Амурского гос. ун-та, 2012. 41 с.
- Кезина Т.В., Литвиненко Н.Д. Палиностратиграфия Еркувского буроугольного месторождения (Зейско-Буреинский осадочный бассейн) // Стратигр. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 4. С. 42–62.
- Климова Р.С. Миоценовые хвойные Реттиховки // Ископаемые флоры Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 84–92.
- Коропачинский И.Ю. Сем. Сосновые — Pinaceae // Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. Т. 4 / Ред. Харкевич С.С. Л.: Наука, 1989. С. 9–20.
- 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.
- Павлюткин Б.И., Чекрышов И.Ю., Петренко Т.И. Геология и флоры нижнего олигоцена Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 236 с.
- Пименов Г.М. Миоценовые хвойные юга Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1990. 108 с.
- 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. Схема 37. Хабаровск: ХГГП, 1994. С. 1–34.
- Чавчавадзе Е.С. Древесина сосновых. Л.: Наука, 1979. 192 с.
- Челебаева А.И., Синельникова В.Н., Егорова И.А., Лупкина Е.Г. Миоценовая флора бухты Нагаева и некоторые вопросы корреляции континентальных отложений Камчатки и Северо-Востока СССР // Стратиграфия и флора континентального неогена Дальнего Востока / Ред. Пейве А.В. М.: Наука, 1979. С. 30–82.
- Яценко-Хмелевский А.А. Древесины Кавказа. I. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1954а. 674 с.
- Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1954б. 337 с.
- Baas P., Blokhina N., Fujii T. et al. IAWA List of microscopic features for softwood identification // IAWA J. 2004. V. 25. № 1. P. 1–70.
- Blokhina N.I. Petrified wood of pine *Pinuxylon chemrylensis* sp. nov. from the Paleogene of Kamchatka // Paleontol. J. 1995. V. 29. № 2A. P. 141–147.
- Choi S.K., Kim K., Jeong E.K. et al. Fossil woods from the Miocene in the Yamagata Prefecture, Japan // IAWA J. 2010. V. 31. P. 95–117.
- Fu L.G., Li N., Elias T.S., Mill R.R. Genus *Pinus* // Flora of China. V. 4. (Cycadaceae through Fagaceae) / Eds. Wu Z.G., P.H. Raven. Beijing: Sci. Press; St. Louis: Missouri Bot. Garden Press, 1999. P. 12–25.
- Jeong E.K., Kim K., Suzuki M., Uemura K. Daijima-type conifer wood assemblage of the Hatamura Formation (Middle Miocene) in the Akita Prefecture, Japan // Geosci. J. 2012. V. 16. № 2. P. 115–125.
- Jiang X.M., Cheng Y.M., Yin Y.F. Atlas of Gymnosperm Woods of China. Beijing: Sci. Press, 2010. 490 p.
- Kräusel R. Die fossilen Koniferen-Hölzer. T. 2 // Palaeontogr. Abt. B. 1949. Bd 89. Lfg. 4–6. S. 83–203.
- Little E.L.Jr., Critchfield W.B. Subdivisions of the genus *Pinus* (Pines) // USDA-Forest Service Misc. Publ. 1969. № 1144. 51 p.
- Miller C.N. Silicified cones and vegetative remains of *Pinus* from the Eocene of British Columbia // Contrib. Mus. Paleontol. Univ. Michigan. 1973. V. 24. № 10. P. 101–118.
- Nishida M., Nishida H. Pinoid woods with resin canals from the Upper Cretaceous of Hokkaido and Saghalien // J. Plant Res. 1995. V. 108. P. 161–170.
- Ogura Y. Notes on fossil woods from Japan and Manchoukuo // Jap. J. Bot. 1944. V. 13. № 3. P. 345–365.
- Price R.A., Liston A., Strauss S.H. Phylogeny and systematics of *Pinus* // Ecology and Biogeography of *Pinus* / Ed. D.M. Richardson. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1998. P. 49–68.
- Rössler W. Pliozäne Koniferenhölzer der Umgebung von Gleichenberg in Steiermark // Mitt. Naturw. Ver. Steiermark. 1937. Bd 74. S. 64–97.
- Tao J.R., Yang J.J., Wang Y.F. Miocene wood fossils and paleoclimate in Inner Mongolia // Acta Bot. Yunnanica. 1994. V. 16. № 2. P. 111–116 (in Chinese with English summary).
- Tidwell W.D., Parker L.R., Folkman V.K. *Pinuxylon woolardii* sp. nov., a new petrified taxon of Pinaceae from the Miocene basalts of Eastern Oregon // Amer. J. Bot. 1986. V. 73. № 11. P. 1517–1524.
- Torrey R.E. The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales. Pt 3. Mesozoic and Tertiary coniferous woods // Mem. Boston Soc. Natur. Hist. 1923. V. 6. № 2. P. 41–106.
- Van der Burgh J. Hölzer der niederrheinischen Braunkohlenformation. 1. Hölzer der Braunkohlengrube “Anna” zu

Haanrade (Niederländisch Limburg) // Acta Bot. Neerl. 1964. V. 13. P. 250–301.

Yi T.M., Li C.S., Jiang X.M., Wang Y.F. Pinus and Rhododendron fossil woods from the Pliocene age of Yunnan and palaeoclimatic implications // J. Palaeogeogr. 2002. V. 5. P. 90–98.

Yi T.M., Li C.S., Jiang X.M. Conifer woods of the Pliocene age from Yunnan, China // J. Integrative Plant Biol. 2005. V. 47. № 3. P. 264–270.

Zheng S., Li Y., Zhang W. et al. Fossil woods of China. Beijing: China Forestry Publ. House, 2008. 356 p.

Объяснение к таблице XV

Фиг. 1–14. *Pinus priamurensis* sp. nov., голотип БПИ, № ER 22/2-106; Амурская обл., Ерконецкое буроугольное месторождение, угольный разрез “Южный”, второй участок; верхи среднего – верхний миоцен, сазанковская свита: 1 – поперечный срез, годовичные кольца, переход от ранней древесины к поздней, вертикальные смоляные ходы; 2 – поперечный срез, вертикальный смоляной ход в поздней древесине; 3 – радиальный срез, однорядная поровость стенок трахеид; 4 – радиальный срез, однорядная поровость стенок трахеид, крассулы; 5 – тангентальный срез, трабекула; 6 – радиальный срез, оконцевые поры на полях перекреста, зубчатые стенки лучевых трахеид; 7 – радиальный срез, оконцевые поры на полях перекреста, зубчатые стенки лучевых трахеид, слабо пористые горизонтальные и тонкие гладкие тангентальные стенки лучевых клеток; 8 – радиальный срез, окаймленные поры на радиальных стенках лучевых трахеид; 9 – радиальный срез, оконцевые поры на полях перекреста, лучевые трахеиды с зубчатыми стенками, располагающиеся по краям и в середине луча; 10 – радиальный срез, пиноидные поры на полях перекреста в поздней древесине; 11 – радиальный срез, самостоятельный луч из лучевых трахеид, зубчатые и сетчатые стенки лучевых трахеид; 12 – тангентальный срез, однорядный луч; 13, 14 – тангентальный срез, двурядный луч с горизонтальным смоляным ходом.

Fossil Wood of *Pinus priamurensis* sp. nov. (Pinaceae) from the Miocene Deposits of the Erkovetskii Brawn Coal Field, Amur Region

N. I. Blokhina, O. V. Bondarenko

New species of the pine fossil wood, *Pinus priamurensis* sp. nov. (Pinaceae) from the Sazanka Formation (upper Middle Miocene–Upper Miocene) of the Erkovetskii Brawn Coal Field (Amur Region) is described. The new species shares some wood anatomical features with modern species of the subsection *Pinus* (section *Pinus*, subgenus *Pinus*). This is the first record of fossil wood of *Pinus* in the Amur Region.

Keywords: Pinaceae, *Pinus*, wood anatomy, upper Middle–Upper Miocene, Amur Region

