



УДК 561.381
DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.28.3>

Видовое разнообразие рода *Lycopodites* (Lycopodiales) из юрских отложений Иркутского бассейна (Восточная Сибирь)

А. О. Фролов¹, И. М. Машук^{1,2}

¹Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

²Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
E-mail: frolov88-21@yandex.ru

Аннотация. Приведены описания четырёх видов ископаемых плауновидных из рода *Lycopodites*, происходящих из трёх естественных обнажений присаянской свиты Иркутского угольного бассейна (нижняя – средняя юра). На основании результатов детального изучения морфологии облиственных побегов доказывается обоснованность выделения этих видов. Приведено сравнение описанных видов с другими представителями рода *Lycopodites*.

Ключевые слова: ископаемые плауновидные, *Lycopodites*, Иркутский угольный бассейн, нижняя – средняя юра.

Для цитирования: Фролов А. О., Машук И. М. Видовое разнообразие рода *Lycopodites* (Lycopodiales) из юрских отложений Иркутского бассейна (Восточная Сибирь) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2019. Т. 28. С. 3–16. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.28.3>

Введение

Первые достоверные сведения о находках юрских растений на территории Иркутского угольного бассейна приведены в работе А. Л. Чекановского [1874]. Найденные им ископаемые растения получили научное описание в работах швейцарского палеоботаника О. Геера [Heer, 1876, 1880; Геер, 1878]. Среди разнообразных голосеменных и споровых растений О. Геером отмечено присутствие плауновидных рода *Lycopodites*, представленных двумя видами: *L. tenerrimus* Heer и *L. baleiensis* Heer [Heer, 1878]. Долгое время разнообразие иркутских плауновидных ограничивалось этими двумя видами.

В. Д. Принада [1962] пересмотрел коллекцию О. Геера и пришёл к выводу, что *L. baleiensis*, выделенный на ограниченном и фрагментарном материале, имеет несущественные морфологические отличия от *L. tenerrimus*. В связи с этим он объединил оба вида под названием *L. tenerrimus*. Кроме этого, автор описал дихотомически ветвящиеся облиственные побеги *Lycopodites* (?) *trichiatus* Ryn. В. Д. Принада считал возможной их принадлежность к листостебельным мхам или плауновидным. Некоторое сходство они имели и с корневыми системами членистостебельных, таких как *Phyllothea sibirica* Heer. Понимая, что истинная природа этих остатков остаётся неиз-

вестной, он условно отнёс их к роду *Lycopodites*. Выделенные В. Д. Принадой виды плауновидных прочно вошли в практику палеофлористических исследований Иркутского бассейна.

В 2014 г. нами опубликованы новые материалы по юрским плауновидным из Иркутского бассейна [Frolov, Mashchuk, 2014]. Описаны уникальные образцы *Lycopodites* (?) *trichiatus* из типового местонахождения у пос. Усть-Балей, снабжённые дихотомически ветвящимися придаточными корнями. Наличие корней позволило уточнить диагноз этого вида и с уверенностью отнести его к плауновидным. Кроме того, выделены ещё два вида плауновидных – *L. subulifolius* A. Frol. et Mashch. и *L. baikalensis* A. Frol. Таким образом, в общем комплексе юрской флоры Иркутского бассейна род *Lycopodites* представлен ныне четырьмя видами. Распространение *L. tenerrimus* и *L. trichiatus* Pryn. emend. A. Frol. et Mashch. ограничено нижнеюрскими отложениями (нижнеприсяянская подсвита присаянской свиты), а *L. subulifolius* и *L. baikalensis* – среднеюрскими (верхнеприсяянская подсвита присаянской свиты) [Фролов, Машчук, 2018].

В последнее время пересмотром коллекций О. Геера активно занимается А. И. Киричкова с соавторами [Киричкова, Костина, Носова, 2018]. Согласно их мнению, виды *L. trichiatus* и *L. baikalensis* морфологически неотличимы от *L. tenerrimus*, и, таким образом, во флоре Иркутского бассейна присутствуют только два вида плауновидных: *L. tenerrimus* и *L. subulifolius*. Однако предложенное объединение трёх видов под названием *L. tenerrimus* не подкреплено фактическим материалом. Возможно, к таким выводам А. И. Киричкову с соавторами привело то обстоятельство, что в нашей публикации [Frolov, Mashchuk, 2014] недостаточно ясно были продемонстрированы морфологические отличия между описанными видами плауновидных. В связи с этим в настоящей статье мы считаем необходимым более детально рассмотреть строение побегов ископаемых иркутских плауновидных и прояснить вопросы их систематики.

Материалы и методы

Ископаемый материал происходит из трёх обнажений присаянской свиты, расположенных в юго-восточной части Иркутского угольного бассейна (рис. 1). Обнажение на правом берегу р. Ангары в 1,3 км ниже пос. Усть-Балей (N 52°37'34", E 103°58'07") вскрывает нижнюю подсвиту присаянской свиты. Крупнозернистые косослоистые песчаники данного обнажения содержат два линзовидных алевропелитовых пласта с остатками ископаемых растений (см. рис. 1). Отсюда происходят остатки *L. tenerrimus* и *L. trichiatus*. Два других обнажения расположены на территории Прииркутской впадины и вскрывают верхнюю подсвиту присаянской свиты. В обнажении Олхинская гора, расположенном в 4 км восточнее г. Шелехова (N 52°13'17", E 104°08'15"), обнаружены побеги *L. subulifolius*. Из обнажения, расположенного на левом берегу Иркутского водохранилища, напротив СНТ «Строитель» (N 52°11'32", E 104°23'11"), происходят образцы *L. baikalensis* [Frolov, Mashchuk, 2014; Фролов, Машчук, 2018].

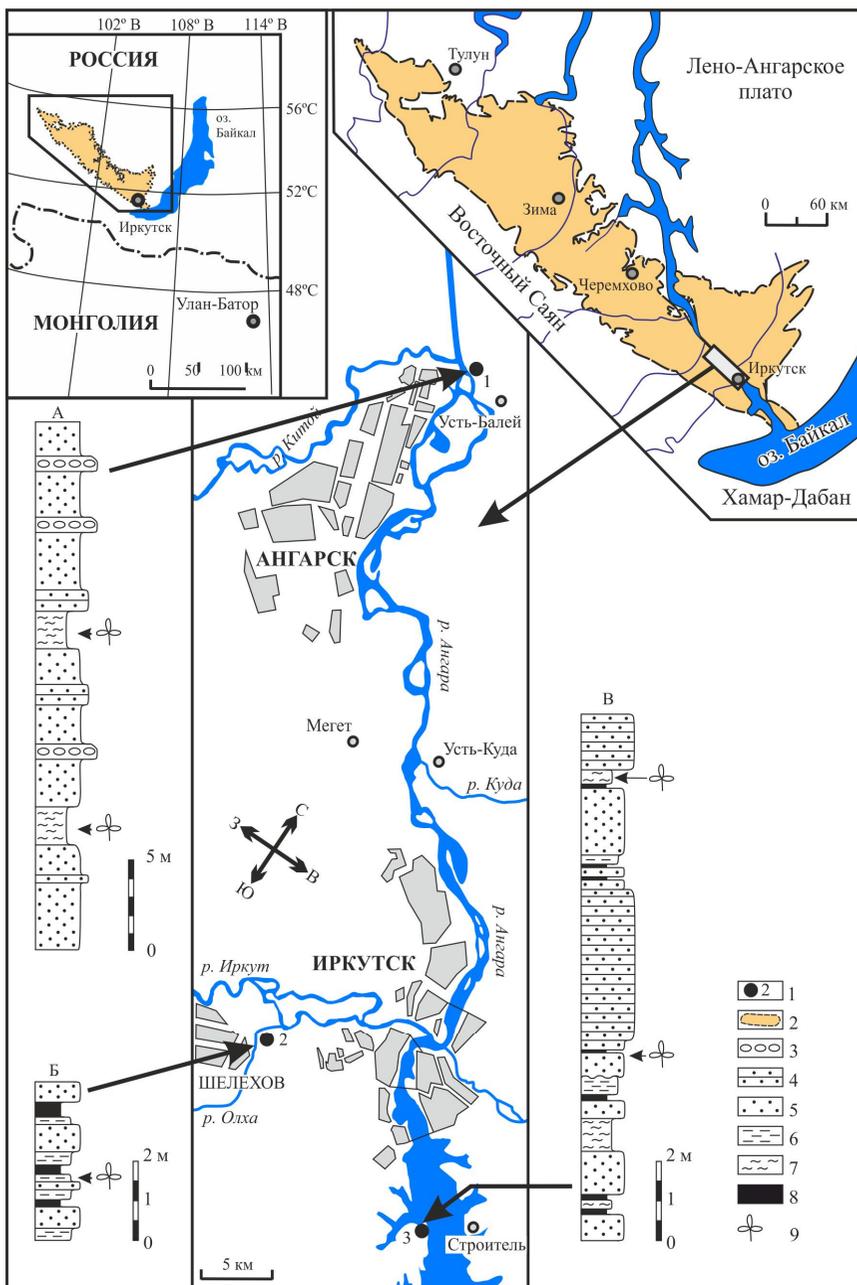


Рис. 1. Карта-схема расположения местонахождений представителей рода *Lycopodites* в юрских отложениях Иркутского угольного бассейна и их литологические колонки. 1 – местонахождения растительных остатков: А – правый берег р. Ангары, в 1,3 км ниже пос. Усть-Балей; Б – Олхинская гора, в 4 км восточнее г. Шелехова; В – левый берег Иркутского водохранилища, напротив СНТ «Строитель»; 2 – контур распространения юрских отложений Иркутского бассейна; 3 – конгломераты; 4 – крупнозернистые песчаники; 5 – средне- и мелкозернистые песчаники; 6 – алевролиты; 7 – аргиллиты; 8 – угли; 9 – остатки плауновидных

Имеющиеся 34 штуфа с отпечатками побегов плауновидных изучались в отражённом свете с помощью стереомикроскопа МБС-10 и фотографировались с помощью цифровой фотокамеры Canon EOS650D. Фотографии обработаны в редакторах изображений Adobe Photoshop CS6 и Helicon Focus v.6. Образцы хранятся в лаборатории кайнозоя Института земной коры СО РАН (г. Иркутск).

Результаты и обсуждение

Рассмотрим морфологические особенности иркутских представителей рода *Lycopodites*. Облиственные, дихотомически разветвлённые, тонкие (0,5 мм в ширину) стебли *L. tenerrimus* покрыты попарно сближенными, тесно расположенными мелкими ланцетными филлоидами (рис. 2, *a – z*; рис. 4, *и, к*). В средней части побега филлоиды отходят от стебля под острым углом, в верхней части они сильнее прижаты к стеблю. Филлоиды слегка сужены у оснований, с узкими, тупыми или слегка приострёнными верхушками, имеют 4–5 мм в длину при ширине 1–1,25 мм. Жилкование не наблюдается.

За пределами Иркутского бассейна остатки *L. tenerrimus* приводились из юрских отложений Кузбасса [Тесленко, 1970] и Обь-Тазовской структурно-фациальной области Западной Сибири [Киричкова, Костина, Быстрицкая, 2005]. Описание и изображения *L. tenerrimus*, приведённые в работе Ю. В. Тесленко [1970], соответствуют диагнозу этого вида из типового местонахождения (табл. 1). Экземпляры, описанные в работе А. И. Киричковой с соавторами [2005], покрыты мелкими латеральными и дорзальными филлоидами. Латеральные филлоиды слегка серповидно изогнуты. По нашему мнению, наличие анизотильных побегов и серповидно изогнутых латеральных филлоидов не позволяет относить данные образцы к виду *L. tenerrimus* (см. табл. 1). Таким образом, распространение *L. tenerrimus* на сегодняшний день ограничено нижнеюрскими отложениями Иркутского и Кузнецкого угольных бассейнов.

Нежные, тонкие (0,5 мм в ширину) побеги *L. trichiatus* в большинстве случаев ветвятся дихотомически, редко ветвление напоминает симподиальное. На стеблях в двурядном порядке очень тесно расположены мелкие (3–3,5×1 мм) филлоиды удлинённо-треугольной формы (см. рис. 2, *д, е*; рис. 4, *z, д, з*). Основания филлоидов широкие, верхушки – приострённые. Часто филлоиды расположены настолько тесно, что создаётся впечатление, словно стебель покрыт нежной лентой с краями неправильной формы (см. рис. 4, *а, б, е*). У многих филлоидов можно наблюдать хорошо различимую срединную жилку, утончающуюся кверху. Редко на образцах присутствуют дихотомически ветвящиеся придаточные корни, отходящие от побега под углом, близким к прямому (см. рис. 2, *ж*; рис. 4, *б*). *L. trichiatus* отличается от *L. tenerrimus* треугольно-вытянутой формой филлоидов, их двурядным расположением на побеге и наличием у них срединной жилки. Находки *L. trichiatus* известны за пределами Иркутского бассейна: в юрских отложениях Тувы [Тесленко, 1970] и Якутии [Киричкова, 1985] (см. табл. 1).

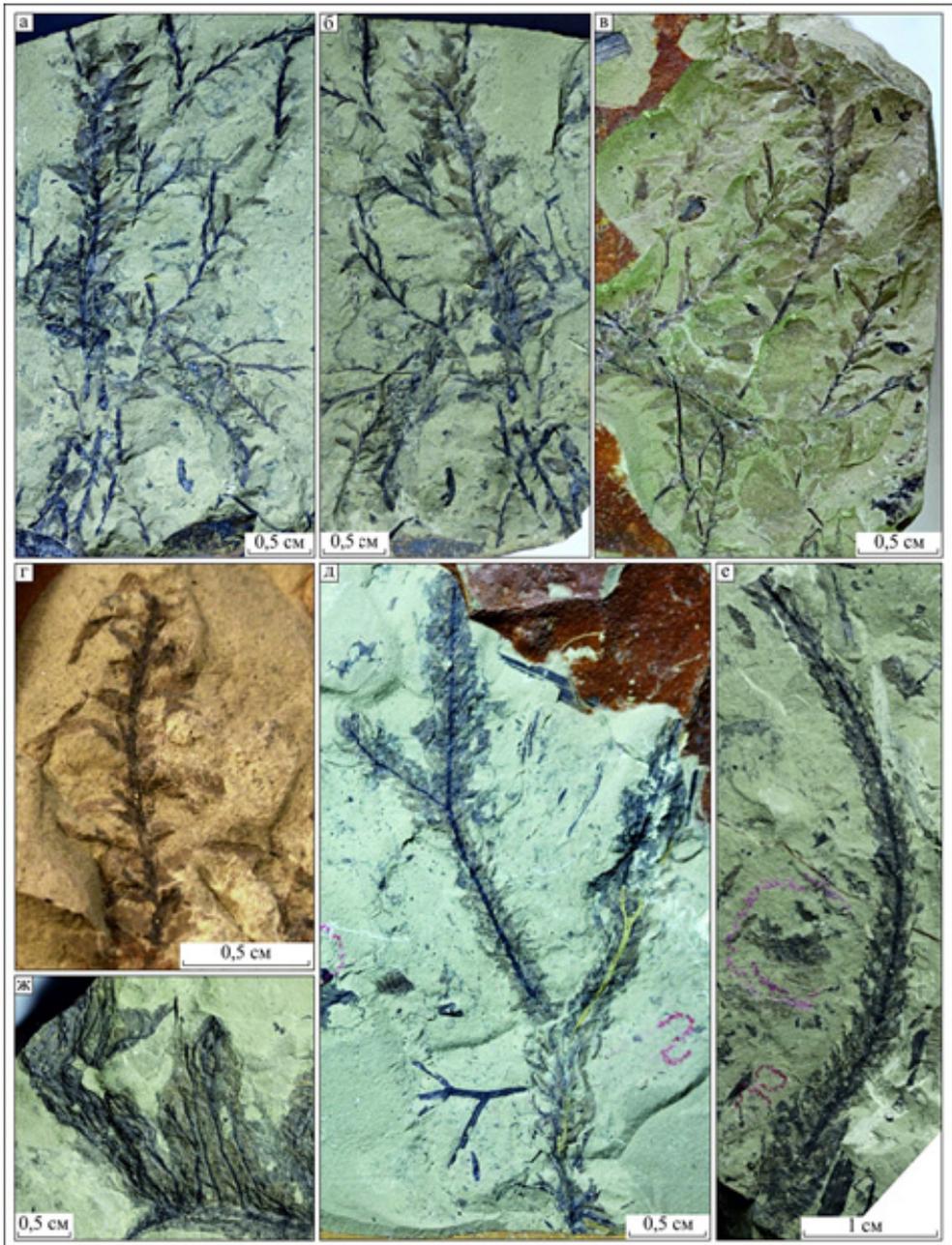


Рис. 2. Морфология облиственных побегов плауновидных из нижней подсвиты присаянской свиты, вскрытой на правом берегу р. Ангары в 1,3 км ниже пос. Усть-Балей: а – з – *Lycopodites tenerrimus* Heer: а – образец 2700-2а, б – образец УБ/54, в – образец 2700-3а, г – образец УБ/16; д – ж – *Lycopodites trichiatus* Prun. emend. A. Frol. et Mashch.: д – образец УБ/45, е – образец 2700-5а, ж – придаточные корни, образец 2700-5 (топотип)

Таблица 1

Результаты критического пересмотра определений видов *Lycopodites tenerrimus* Heer и *Lycopodites trichiatus* Pryn. emend. A. Frol. et Mash.

Вид	Источник	Местонахождение	Результаты пересмотра
<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer	[Heer, 1878 (taf. I, fig. 7)]	Иркутский бассейн, пр. берег р. Ангары, 2 км ниже пос. Усть-Балей	<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer
<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer	[Геер, 1878 (табл. XV, фиг. 1d, 2–8)]	Иркутский бассейн, пр. берег р. Ангары, 2 км ниже пос. Усть-Балей	<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer
<i>Lycopodites baleiensis</i> Heer	[Heer, 1878 (taf. I, fig. 8)]	Иркутский бассейн, пр. берег р. Ангары, 2 км ниже пос. Усть-Балей	<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer
<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer	[Принада, 1962 (табл. VII, фиг. 12; табл. XVII, фиг. 7)]	Иркутский бассейн, пр. берег р. Ангары, 2 км ниже пос. Усть-Балей	<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer
<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer	[Тесленко, 1970 (табл. 1, фиг. 3; табл. 50, фиг. 4)]	Кузнецкий бассейн, лев. берег р. Томи, ниже с. Чёрный Этап	<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer
<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer	[Киричкова, Костина, Быстрицкая, 2005 (табл. I, фиг. 5–8)]	Зап. Сибирь, площадь Харампурская, скв. 340; площадь Герасимовская, скв. 12; площадь Мартовская, скв. 431	<i>Lycopodites</i> sp.
<i>Lycopodites</i> (?) <i>trichiatus</i> Pryn.	[Принада, 1962 (табл. XV, фиг. 5, 6)]	Иркутский бассейн, пр. берег р. Ангары, 2 км ниже пос. Усть-Балей	<i>Lycopodites trichiatus</i> Pryn. emend. A. Frol. et Mash.
<i>Lycopodites</i> (?) <i>trichiatus</i> Pryn.	[Тесленко, 1970 (табл. 1, фиг. 4, 5)]	Тува, лев. берег р. Каа-Хем, вост. окраина г. Кызыла	<i>Lycopodites trichiatus</i> Pryn. emend. A. Frol. et Mash.
<i>Lycopodites</i> (?) <i>trichiatus</i> Pryn.	[Киричкова, 1985 (табл. I, фиг. 4–6)]	р. Лена, район устья руч. Тылбас (к северу от м. Джаской)	<i>Lycopodites trichiatus</i> Pryn. emend. A. Frol. et Mash.

L. baikalensis представлен тонкими (0,5 мм в ширину) стеблями. Они дихотомически ветвятся два-три раза под углом 40–45°, причём каждое последующее ветвление происходит через 3–4 мм после предыдущего (рис. 3, а–н; рис. 4, л–н). Мелкие (1–2×0,5–1 мм) цельнокрайние, серповидно изогнутые филлоиды располагаются на стеблях двурядно, почти супротивно и отходят от них под углом 70–90°. Верхушки филлоидов приострѐнные, основания широкие, низбегающие по стеблю. На некоторых экземплярах отчётливо видна срединная жилка.

Виды *L. tenerrimus* и *L. trichiatus* отличаются от *L. baikalensis* строением филлоидов. Так, у *L. tenerrimus* филлоиды ланцетные с суженным основанием, тупой или слегка приострѐнной верхушкой и без признаков жилкования, у *L. trichiatus* – удлинѐнно-треугольные с отчётливой срединной жилкой, в то время как для *L. baikalensis* А. Frol. характерны филлоиды серповидно-изогнутой формы, также снабжѐнные срединной жилкой. Указанные при-

знаки позволяют без труда различать представителей этих трёх видов даже по небольшим фрагментам побегов (см. рис. 4, з–н). *L. baikalensis* не известен за пределами Иркутского бассейна.

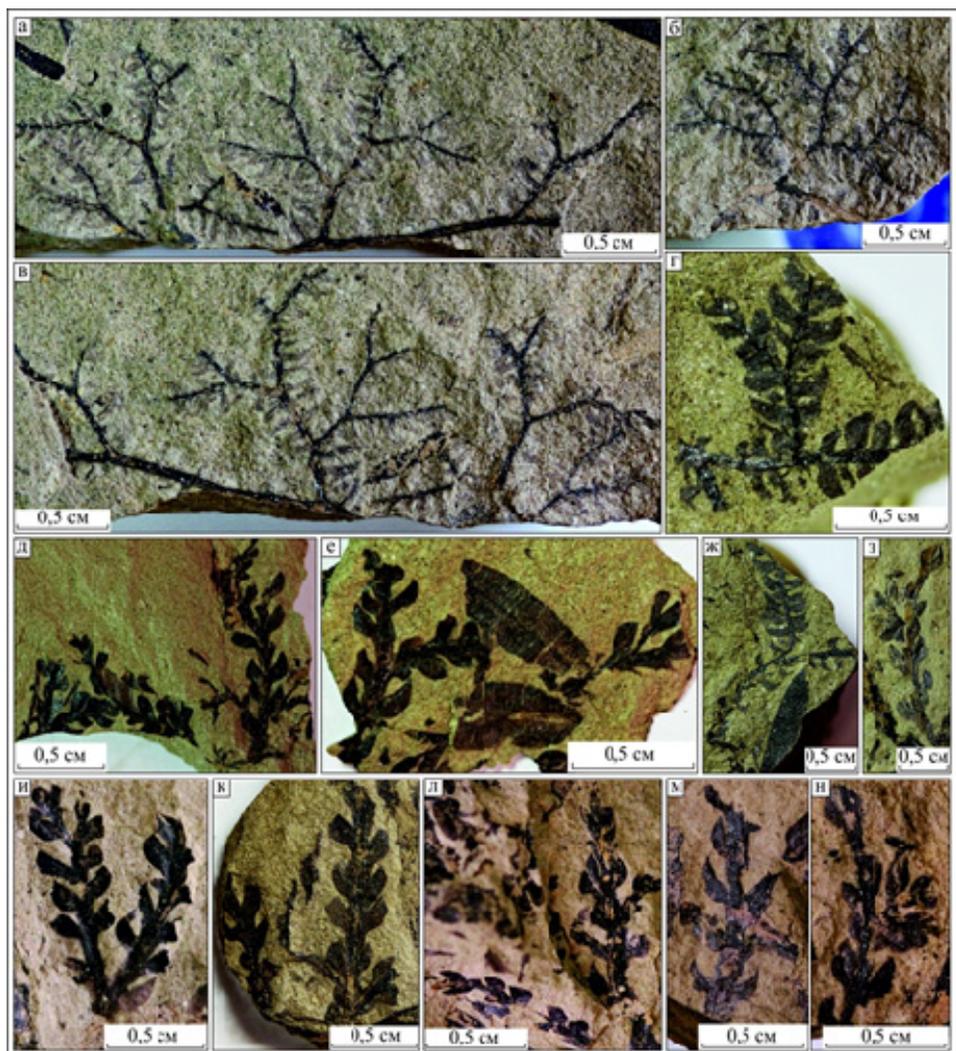


Рис. 3. Морфология облиственных побегов *Lycopodites baikalensis* A. Frol. из верхней подсвиты присаянской свиты, вскрытой на левом берегу Иркутского водохранилища, напротив СНТ «Строитель»: а – образец 2010-6/36, б, в – образец 2010-6/35, г, ж – образец 2010-4/4 (голотип), д – образец 2010-4/1, е – образец 2010-4/14, з – образец 2010-4/6, и – образец 2010-4/66, к – образец 2010-4/10, л–н – образец 2010-4/3

L. subulifolius характеризуется тонкими стеблями толщиной до 0,5 мм, дихотомически ветвящимися под острым углом. Филлоиды очень тонкие, почти нитевидные, с острыми шиловидными верхушками, располагаются на стебле по сжатой спирали. В центральной части побега филлоиды шиловид-

ные, с низбегающими по стеблю основаниями, отогнуты от стебля под углом, близким к прямому. В верхней части побега они треугольно вытянутые, отходят от побега под более острым углом. Размеры филлоидов составляют 3,5–6×0,25 мм. От всех указанных выше видов плауновидных *L. subulifolius* отличается узкими, шиловидными филлоидами (см. рис. 4, в, ж). Остатки этого плауновидного за пределами Иркутского бассейна не известны.

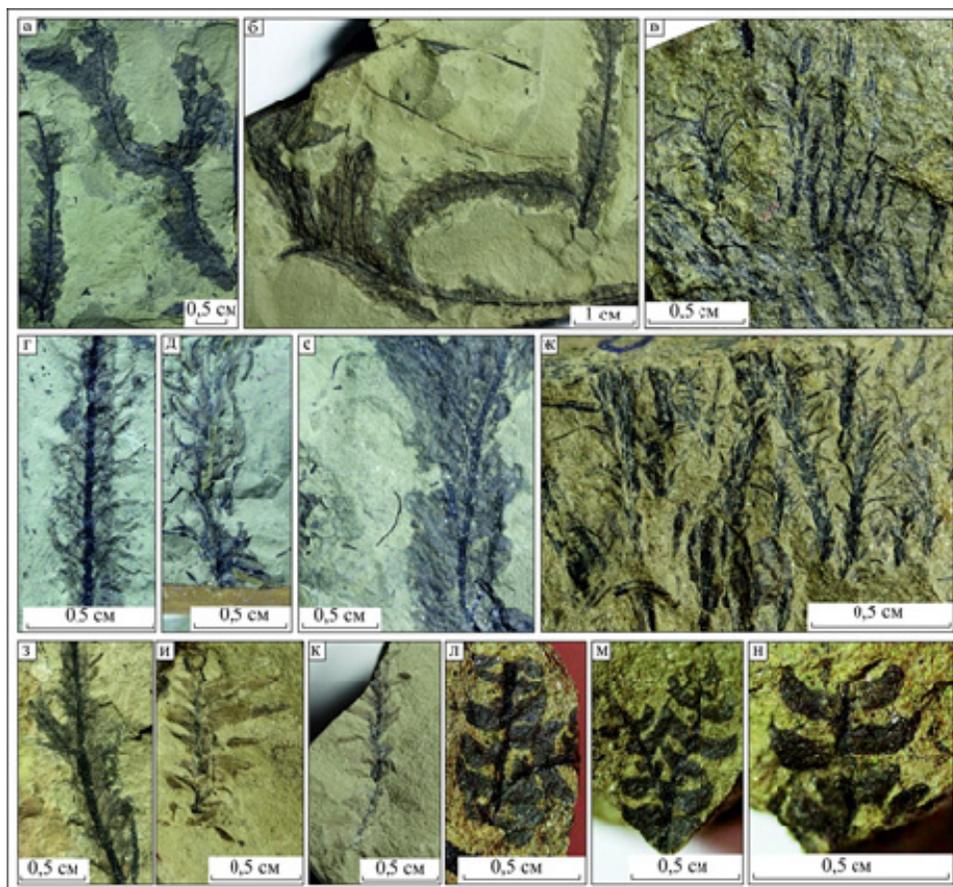


Рис. 4. Морфология облиственных побегов юрских плауновидных Иркутского бассейна: а, б, г–е, з – *Lycopodites trichiatus* Pryn. emend. A. Frol. et Mashch, обнаруженный в обнажении на правом берегу р. Ангары в 1,3 км ниже пос. Усть-Балей: а, б – облиственные побеги с придаточными корнями, образец 2700-5 (топотип); г, д, з – фрагменты побегов с хорошо различимыми филлоидами, г, д – образец УБ/45, з – УБ/35; е – фрагмент побега, покрытый лентой, состоящей из соприкасающихся друг с другом филлоидов, образец 2700-5 (топотип); в, ж – *Lycopodites subulifolius* A. Frol. et Mashch, обнаруженный в обнажении Олхинская гора, в 4 км восточнее г. Шелехова: в – образец 2008-14/4, ж – образец 2008-14/2; и, к – *Lycopodites tenerrimus* Nees, обнаруженный в обнажении на правом берегу р. Ангары в 1,3 км ниже пос. Усть-Балей: и – образец УБ/10, к – образец 2008-5/9; л–н – *Lycopodites baikalensis* A. Frol., обнаруженный в обнажении на левом берегу Иркутского водохранилища, напротив СНТ «Строитель»: л – образец 2010-4/46, м – образец 2010-4/45, н – образец 2008-4/7

Имеющийся в нашем распоряжении палеоботанический материал позволяет со всей ответственностью утверждать присутствие в составе юрской флоры Иркутского бассейна четырёх видов плауновидных: *L. tenerrimus*, *L. trichiatus*, *L. baikalensis* и *L. subulifolius*. Такие признаки, как наличие безлигульных филлоидов, не дифференцированных на латеральные и дорзальные, а также отсутствие филлоида в месте ветвления побега исключают возможность отнесения изученных экземпляров к порядку Selaginellales.

Виды *Lycopodites nicanicus* Krassil. [Красилов, 1967], *L. falcatus* L. et H. [Harris, 1961], *L. scanicus* Nath. et Halle [Lundblad, 1950] и *L. teilhardi* Sew. [Seward, 1913] хорошо отличаются от иркутских плауновидных четырёхрядным расположением филлоидов и дифференциацией их на латеральные и дорзальные.

В таблице 2 приведено сравнение иркутских плауновидных с другими представителями рода *Lycopodites*, имеющими изофильные побеги. Из таблицы видно, что вид *L. baikalensis* обладает наибольшим сходством с видом *Lycopodites prynadae* Krassil., известным из нижнемеловых отложений Приморья [Красилов, 1967]. Сходство заключается в общем строении побега, характере его ветвления, форме филлоидов и способе их расположения на побеге. Яркой отличительной особенностью *L. prynadae* является наличие филлоида в месте разветвления стебля. Остальные виды плауновидных имеют настолько разное строение побегов (см. табл. 2), что не нуждаются в комментариях.

Заключение

В результате сравнительно-морфологического изучения ископаемых остатков облиственных побегов плауновидных в юрских отложениях Иркутского бассейна доказано присутствие четырёх видов рода *Lycopodites*: *L. tenerrimus*, *L. trichiatus*, *L. baikalensis* и *L. subulifolius*. Одно из ярких различий между этими видами заключается в строении филлоидов: у *L. tenerrimus* они ланцетные, у *L. trichiatus* – удлинённо-треугольные, у *L. baikalensis* – серповидно изогнутые, у *L. subulifolius* – очень тонкие, почти нитевидные, с острыми шиловидными верхушками. Строение филлоидов у этих видов настолько оригинально, что позволяет без труда различать их даже по небольшим фрагментам побегов.

Наличие у всех четырёх видов изофильных побегов, безлигульных филлоидов, а также отсутствие филлоида в месте ветвления побега свидетельствует о принадлежности изученных экземпляров к порядку Lycopodiales.

Распространение видов *L. subulifolius* и *L. baikalensis* ограничено среднеюрскими отложениями Иркутского бассейна. Виды *L. tenerrimus* и *L. trichiatus* встречаются за пределами Иркутского бассейна: в юрских отложениях Западной Сибири (Кузнецкий бассейн), Якутии (Ленский бассейн) и Тувы (Улугхемский бассейн).

В силу редкой встречаемости плауновидные Иркутского бассейна малопригодны для надёжных стратиграфических построений. Большой интерес они могут представлять для палеоэкологических и фитогеографических реконструкций.

Таблица 2

Сравнение иркутских плауновидных с другими представителями рода *Lycopodites*, имеющими однотипные филлоиды

Вид	Источник	Характер ветвления побега	Толщина стебля (мм)	Характеристики филлоидов					
				Характер расположения	Форма	Основание	Верхушка	Размеры (дл. мм×шир. мм)	Жилкование
<i>Lycopodites tenerrimus</i> Heer	[Настоящая публикация]	Дихотомическое под острым углом	0,5	Супротивное	Ланцетная, края цельные	Слегка суженное	Тупая или слегка приострѐнная	4–5×1–1,25	Отсутствует
<i>Lycopodites trichiatus</i> Pryn. emend. A. Frol. et Mash.	[Настоящая публикация]	Дихотомическое под углом 40–45°	0,5	Двурядное	Удлиненно-треугольная, края цельные	Широкое, низбегаёт по стеблю	Приострѐнная	3–3,5×1	Хорошо различимая срединная жилка
<i>Lycopodites baikalensis</i> A. Frol.	[Настоящая публикация]	Дихотомическое под углом 40–45° через 3–4 мм	0,5	Двурядное, почти супротивное	Серповидно изогнутая, края цельные	Широкое, низбегаёт по стеблю	Приострѐнная	1–2×0,5-1	Хорошо различимая срединная жилка
<i>Lycopodites subulifolius</i> A. Frol. et Mash.	[Настоящая публикация]	Дихотомическое под острым углом через 11 мм	0,5	Спиральное	Нитевидная, края цельные	Низбегающее	Острая, шиловидная	3,5–6×0,25	Мощная срединная жилка
<i>Lycopodites arrectus</i> Kiritch.	[Киричкова, Носова, 2011]	Неразветвлѐнные	0,5–0,7	Спиральное	Овальная, края цельные	Широкое	Широкозакруглѐнная	2–5×1,2–2	Одна тонкая жилка
<i>Lycopodites prynadae</i> Krassil.	[Красилов, 1967]	Дихоподиальное у главной оси, у боковых – неравнодихотомическое под углом 45° через 3–6 мм	Не указано	Двурядное, почти супротивное, один филлоид прикрепляется в месте разветвления стебля	Серповидно изогнутая, края цельные	Не указано	Тупая	1×0,5	Хорошо различимая срединная жилка
<i>Lycopodites marchaensis</i> Kiritch.	[Киричкова, 1985]	Дихотомическое	2–2,5	Спиральное	Шиловидная, изогнутая, края цельные	Расширенное, низбегающее	Острая	2–3×1	Срединная жилка в виде неглубокого желобка
<i>Lycopodites macrostomus</i> Krassil.	[Krassilov, 1978]	Дихотомическое под углом 45–50° через 4–6 мм	до 1	Спиральное, филлоиды перекрывают друг друга	Филлоиды с лигулой. Ланцетные с цельными, реже зубчатыми краями	Расширенное, обхватывает стебель	Вытянутая, заострѐнная, реже шиловидная	3×0,7	Тонкая срединная жилка

Список литературы

- Геер О. Юрская флора Иркутской губернии и Амурского края // Тр. Сибирской экспедиции Русского геогр. общества. Физический отдел. Т. 3. Вып. 2. СПб., 1878. 134 с.
- Киричкова А. И. Фитостратиграфия и флора юрских и нижнемеловых отложений Ленского бассейна. Л. : Недра, 1985. 222 с.
- Киричкова А. И., Костина Е. И., Быстрицкая Л. И. Фитостратиграфия и флора юрских отложений Западной Сибири. СПб. : Недра, 2005. 378 с.
- Киричкова А. И., Носова Н. В. Континентальная юра Средне-Каспийского бассейна. Ч. 1: Опорные разрезы, стратиграфия, описание растений (Bryophyta, Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta, Pteridospermae). СПб. : ВНИГРИ, 2011. 196 с.
- Киричкова А. И., Костина Е. И., Носова Н. В. Юрская флора Иркутского угленосного бассейна // Ботанич. журнал. 2018. Т. 103. № 1. С. 36–63. <https://doi.org/10.1134/S0006813618010027>
- Красилов В. А. Раннемеловая флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии. М. : Наука, 1967. 364 с.
- Принада В. Д. Мезозойская флора Восточной Сибири и Забайкалья. М. : Госгеолтехиздат, 1962. 368 с.
- Тесленко Ю. В. Стратиграфия и флора юрских отложений Западной и Южной Сибири и Тувы. М. : Недра, 1970. 270 с.
- Фролов А. О., Машук И. М. Юрская флора и растительность Иркутского угольного бассейна. Иркутск : Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2018. 541 с.
- Чекановский А. Л. Геологические исследования в Иркутской губернии, совершённые по поручению Сибирского отделения Русского Географического общества // Тр. Рус. геогр. общества. Иркутск, 1874. 398 с.
- Frolov A., Mashchuk I. A new species of extinct genus *Lycopodites* from Lower to Middle Jurassic sediments of Irkutsk coal Basin (Easter Siberia) // Global Geology. 2014. N 1. P. 1–10. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9736.2014.01.0>
- Harris T. M. The Jurassic flora of Yorkshire. Teil 1. Thallopiphyta – Pteridophyta. London, 1961. 191 p.
- Heer O. Beiträge zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes // Flora fossils Arctica. Bd. 4. St.-Petersbourg, 1876. P. 1–122.
- Heer O. Beiträge zur fossilen Flora Ostsibiriens und des Amurlandes // Flora fossils Arctica. Bd. 5. St.-Petersbourg, 1878. 58 p.
- Heer O. Jura-Flora Sibiriensis begrüßted auf die von herrn Richard Maak in Ust-Balei gesammelten pflanzen // Memoires die L'academie imperiale des sciences de St.-Petersbourg. St.-Petersbourg, 1880. Serie AB. T. XXVII. No 10. 34 p.
- Krassilov V. A. Mesozoic lycopods and ferns from the Bureja basin // Palaeontographica. 1978. Abt. B. Bd. 166. P. 16–29.
- Lundblad A. B. Studies in the Rhaeto-Liassic floras of Sweden. Pt. I. Pteridophyta, Pteridospermae and Cycadophyta from the Mining district of NW Scania // Kungl Svenska Vetenskap Handl., 1950. No 1. P. 1–82.
- Seward A. C. A contribution to our knowledge of Wealden floras, with special reference to a collection of plants from Sussex // Quart. J. Geol. Soc. London, 1913. Vol. 63. P. 85–116.

Taxonomy of the Genus *Lycopodites* (Lycopodiales) from the Jurassic Sediments of the Irkutsk Basin (East Siberia)

A. O. Frolov¹, I. M. Mashchuk^{1,2}

¹*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russian Federation*

²*Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The paper presents the results of a comparative morphological study of fossil remains of leafy shoots of lycopsids of Middle Jurassic deposits of the Irkutsk Basin. They prove the presence of four species of the genus *Lycopodites*: *L. tenerrimus*, *L. trichiatus*, *L. baikalensis* and *L. subulifolius*. Dichotomously branched stems of *L. tenerrimus* are covered with pairwise connivent, small lanceolate phyloids. The phyloids are slightly narrowed at the bases, with narrow, blunt or slightly subacute apices. Shoots of *L. trichiatus* branch dichotomously; rarely the branching resembles a sympodial one. Small (3–3.5×1 mm) phyloids of elongated triangular shape are distichously located on stems. The bases of phyloids are wide; the apices are subacute. A distinct midrib can be observed in many phyloids. *L. baikalensis* is represented by thin (0.5 mm wide) stems. They branch dichotomously two or three times at an angle of 40–45°. Sickle-curved phyloids are distichously arranged on stems. The apices of phyloids are subacute; the bases are wide, running down the stem. Stems of *L. subulifolius* dichotomously branch at a sharp angle; phyloids are very thin, almost filiform, with sharp awl-shaped apices, located on the stem in a compressed spiral. One of the striking differences between these species is the structure of phyloids: phyloids of *L. tenerrimus* are lanceolate, phyloids of *L. trichiatus* are triangular elongated, phyloids of *L. baikalensis* are sickle-curved and these of *L. subulifolius* are very thin, almost filiform, with sharp awl-shaped apices. The structure of phyloids allows conveniently distinguishing these species even by small fragments of shoots. The presence of isophilic shoots and liguleless phyloids in these species, as well as the absence of phyloid at the branching area of shoot suggest that the studied specimens belong to the Lycopodiales order. Species of *Lycopodites nicanicus*, *L. falcatus*, *L. scanicus*, and *L. teilhardi* are significantly differ from the Irkutsk lycopsids by four-row arrangement of phyloids and their differentiation into lateral and dorsal ones. Table 2 shows a comparison of the Irkutsk lycopsids with other representatives of the genus *Lycopodites* which possess the isophilic shoots. The table shows that the species *L. baikalensis* is the most similar to the species *Lycopodites prynadae*, known from the Lower Cretaceous sediments of the Far East region. The rest species of the lycopsids have such a different shoot structure (see Table 2) that they do not need comments. The distribution of *L. subulifolius* and *L. baikalensis* species is confined to the Middle Jurassic sediments of the Irkutsk Basin. Species of *L. tenerrimus* and *L. trichiatus* are found outside the Irkutsk Basin: in the Jurassic deposits of Western Siberia (Kuznetsk Basin), Yakutia (Lena Basin) and Tuva (Ulugkhem Basin). Due to the rare occurrence, the lycopsids of the Irkutsk Basin are of little use for reliable stratigraphic constructions. They may be of greater interest for paleoecological and phytogeographic reconstructions.

Keywords: fossil lycopsids, *Lycopodites*, Early and Middle Jurassic, Irkutsk Basin.

For citation: Frolov A. O., Mashchuk I. M. Taxonomy of the Genus *Lycopodites* (Lycopodiales) from the Jurassic Sediments of the Irkutsk Basin (East Siberia). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2019, vol. 28, pp. 3-16. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.28.3> (in Russian)

References

Heer O. Yurskaya flora Irkutskoi gubernii i Amurskogo kraja [The Jurassic flora of Irkutsk gub. and Amursky krai]. *Trudy sibirskoi ekspeditsii Russsskogo geograficheskogo ob-*

shchestva. Fizicheskii otdel [Transactions of the Siberian Expedition of the Russian Geographical Society. Phys. Div.], 1878. vol. III, issue 2. St. Petersburg, 134 p. (in Russian)

Kiritchkova A.I. *Fitostratigrafiya i flora yurskikh i nizhnemelovykh otlozhenii Lenskogo-basseina* [Phytostratigraphy and flora of the Jurassic and Lower Cretaceous sediments of the Lena Basin]. St.-Petersb., Nedra Publ., 1985, 222 p. (in Russian)

Kiritchkova A. I., Kostina Ye. I., Bystritskaya L. I. *Fitostratigrafiya i flora yurskikh otlozhenii Zapadnoi Sibiri* [Phytostratigraphy and Flora of Jurassic deposits of the Western Siberia]. St.-Petersb., Nedra Publ., 2005, 378 p. (in Russian)

Kiritchkova A. I., Nosova N. V. *Kontinental'naya yura Sredne-Kaspiiskogo basseina* [Jurassic continental deposits of the Middle-Caspian Basin. Part 1: Main cuts, stratigraphy, flora (Bryophyta, Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta, Pteridospermae)]. St.-Petersb., VNIGRI Publ., 2011. 196 p. (in Russian)

Kiritchkova A. I., Kostina Ye. I., Nosova N. V. Yurskaya flora Irkutskogo uglenosnogo basseina [Jurassic flora of the Irkutsk Coal Basin]. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical Journal], 2018, vol. 103, no. 1, pp. 36–63. (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S0006813618010027>

Krassilov V.A. *Rannemelovaya flora Yuzhnogo Primorya i ee znachenie dlya stratigrafii* [Early Cretaceous flora of the Southern Primorie and its significance for stratigraphy]. Moscow, Nauka Publ., 1967, 364 p. (in Russian)

Prynada V. D. *Mezozoiskaya flora Vostochnoi Sibiri i Zabaikalya* [Mesozoic Flora of East Siberia and Transbaikalia]. Moscow, Gosgeoltekhizdat Publ., 1962, 368 p. (in Russian)

Teslenko Yu.V. *Stratigrafiya i flora yurskikh otlozhenii Zapadnoi i Yuzhnoi Sibiri i Tuva* [Stratigraphy and flora of the Jurassic sediments within Western and Southern Siberia and Tuva]. Moscow, Nedra Publ., 1970, 270 p. (in Russian)

Frolov A.O., Mashchuk I.M. *Yurskaya flora i rastitel'nost' Irkutskogo ugol'nogo basseina* [Jurassic flora and vegetation of the Irkutsk Coal Basin]. Irkutsk, V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS Publ., 2018, 541 p. (in Russian)

Chekanovskii A.L. Geologicheskie issledovaniya v Irkutskoi gubernii sovershennyye po porucheniyu Sibirskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva [Geological study within the Irkutsk province made by order of the Russian Geographical Society Siberian Branch]. *Trudy Russkogo geograficheskogo obshchestva*. [Proc. Russ. Geog. Soc.]. Irkutsk, 1874, 398 p. (in Russian)

Frolov A.O., Mashchuk I.M. A new species of extinct genus *Lycopodites* from Lower to Middle Jurassic sediments of Irkutsk Coal Basin (Easter Siberia). *Global Geology*, 2014, no. 1, pp. 1-10. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9736.2014.01.0>

Harris T.M. *The Jurassic flora of Yorkshire. Teil I. Thallophyta Pteridophyta*. London, 1961, 191 p.

Heer O. Beiträge zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes. *Flora fossils Arctica*, bd. 4, St.-Petersb., 1876, pp. 1-122.

Heer O. Beiträge zur fossilen Flora Ostsibiriens und des Amurlandes. *Flora fossils Arctica*, bd. 5, St.-Petersb., 1878, 58 p.

Heer O. Jura-Flora Sibiriensis begrüßet auf die von herrn Richard Maak in Ust-Balei gesammelten pflanzen // *Memoires die L'academie imperiale des sciences de St.-Petersbourg*. St.-Petersbourg, 1880, Ser. AB., T. XXVII., no 10, 34 p.

Krassilov V.A. Mesozoic lycopods and ferns from the Bureja basin. *Palaeontographica*, 1978, Abt. B. Bd. 166, pp. 16-29.

Lundblad A.B. Studies in the Rhaeto-Liassic floras of Sweden. Pt. I. Pteridophyta, Pteridospermae and Cycadophyta from the Mining district of NW Scania. *Kungl Svenska Vetenskap Handl.*, 1950, no 1, pp.1-82.

Seward A.C. A contribution to our knowledge of Wealden floras, with special reference to a collection of plants from Sussex. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 1913, vol. 63, pp. 85-116.

Фролов Андрей Олегович
кандидат геолого-минералогических наук,
научный сотрудник
Институт земной коры СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 128
e-mail: frolov88-21@yandex.ru

Frolov Andrey Olegovich
Candidate of Sciences (Geology),
Research Scientist
Institute of the Earth's Crust SB RAS
128, Lermontov st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
e-mail: frolov88-21@yandex.ru

Мащук Ирина Михайловна
кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник
Институт земной коры СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 128
доцент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: samaropsis@yandex.ru

Mashchuk Irina Mikhailovna
Candidate of Science (Geology),
Senior Research Scientist
Institute of the Earth's Crust SB RAS
128, Lermontov st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
Associate Professor
Irkutsk State University
1 K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: samaropsis@yandex.ru

Дата поступления: 30.01.2019

Received: January, 30, 2019